

7



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ENEP ARAGÓN

“OPCIONES DE MEJORAMIENTO ECOLOGICO Y DE PRODUCCIÓN PARA IMPULSAR EL DESARROLLO AGROPECUARIO EN EL MUNICIPIO DE HUEYPOXTLA”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIADO EN PLANIFICACIÓN PARA EL DESARROLLO AGROPECUARIO

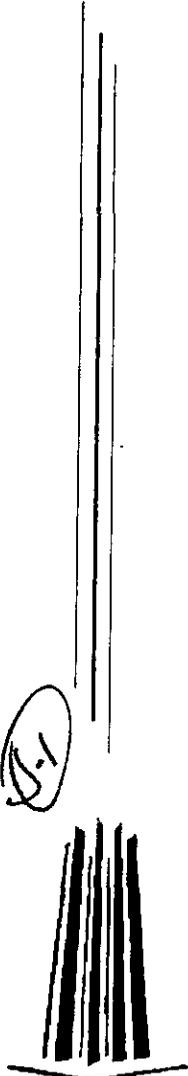
P R E S E N T A :

JESUS ELISEO JIMENEZ LUNA

ASESOR :
M. en C. SIMON DAVID AVILA PACHECO

280113

BOSQUES ARAGÓN ABRIL DEL 2000





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A LOS CAMPESINOS
POBRES, AQUELLOS A
QUIENES NO SOLO LES
HAN EROSIONADO EL
SUELO, SINO TAMBIEN
EL ALMA

A la mujer que siempre me acompaña en los momentos más difíciles de la vida, cuando me ve tirado me levanta y alienta para continuar.

Te debo mucho *Paty*.

A *Carenne* y *Xicotencatl*, soy muy afortunado al tenerlos y son ustedes orgullo para cualquier padre, deseo que se superen.

A mi padre *Pascual*, ejemplo a seguir para toda la familia, espero que al lograr hoy esta meta, alivie un poco sus preocupaciones y dudas que yo siempre le ocasiono.

Para mis *hermanos* y *tíos*, gracias por el apoyo que siempre me han brindado y por creer en mí.

Todo ser humano por su misma naturaleza tiene lados oscuros y claros, pero solamente los verdaderos amigos los conocen y te aceptan tal cual.

Gracias *Alejandro*.

A la memoria de mi madre *María* que a pesar de los años su recuerdo sigue presente en mí.

INDICE

	Pág.
Introducción	4
CAPITULO I	
CONSTRUCCION DEL OBJETO DE ESTUDIO	
1.1 Planteamiento del Problema	
1.2 Justificación del Estudio	7
1.3 Objetivos	8
1.4 Metodología Utilizada	9
	10
CAPITULO II	
MARCO CONCEPTUAL	
2.1 Municipio y Desarrollo	
2.2 Desarrollo Rural	12
2.3 Desarrollo Rural Integral	15
2.4 Semblanza de la Planificación Rural en México.	15
2.5 Importancia de la Participación Comunitaria en el Desarrollo Rural.	17
	18
CAPITULO III	
ASPECTOS GENERALES DE HUEYPOXTLA	
3.1 Perfil Histórico Cultural	
3.2 Medio, Físico y Geográfico	22
3.2.1. Localización	23
3.2.2. Hidrografía	
3.2.3. Clima	
3.2.4 Orografía	
3.2.5. Clasificación y Uso del Suelo	
3.2.6 Flora y Fauna	
3.3 Marco Social	
3.3.1 Población	
3.3.2 Salud	26
3.3.3 Educación	
3.3.4 Vivienda	
3.3.5 Comunicación y Transporte	
3.3.6 Servicios Públicos	
4 Marco Económico	
4.1 Población Económicamente Activa	27
4.2 Principales Actividades Económicas	
4.3 Marginación Municipal.	
5 Identificación de la Problemática	
	28

CAPITULO IV

Pág.

FORMULACION, DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACION DE ALTERNATIVAS

4.1	Justificación de las Acciones	32
4.2	Construcción de Pequeñas Represas.	34
4.2.1	Generalidades	
4.2.2	Estudio de Viabilidad	
4.2.3	Antecedentes	
4.2.4	Datos Generales	
4.2.5	Estudios Preliminares	
4.2.6	Estudios Topográficos	
4.2.7	Estudios Hidrológicos	
4.2.8	Estudios Geológicos	
4.2.9	Diseño de la Obra de Retención	
4.2.10	Determinación de la Altura Máxima	
4.2.11	Diseño del Vertedor de Demasías	
4.2.12	Datos para la Construcción	
4.2.13	Utilizaciones	
4.3	Explotación Intensiva del Nopal Verdura (<i>Opuntia ficus - indica</i>) Bajo Microtunel.	70
4.3.1	Selección y Aplicación del Material Vegetativo	
4.3.2	Tratamiento del Material Vegetativo	
4.3.3	Plantación	
4.3.4	Control de Malezas	
4.3.5	Control de Plagas	
4.3.6	Podas	
4.3.7	Cosechas	
4.3.8	Características en condiciones de microtunel	
4.3.9	Instalación de microtunel	
4.3.10	Manejo de plásticos	
4.3.11	Costo de microtunel.	
4.4	Aprovechamiento de Maguey (<i>Agave salmiana</i>) para Recuperación del Suelo.	80
4.4.1	Generalidades	
4.4.2	Selección del Material Vegetativo	
4.4.3	Plantación	
4.4.4	Especies de Maguey	
4.4.5	Usos del Maguey	
4.4.6	Costo de esta Alternativa	
4.5	Iniciar el Cultivo de Chinincuil. <i>Gusano Rojo del Maguey (Cossus redtendbancheri hamm)</i> .	85
4.5.1	Antecedentes	
4.5.2	Clasificación Taxonómica	
4.5.3	Algunos Estudios Sobre los Insectos del Maguey	
4.5.4	Estados Metamórficos del Insecto	
4.5.5	Proyecto Piloto	

CAPITULO V
METODOLOGIA PARA INSTRUMENTACION DE LAS OPCIONES DE
MEJORAMIENTO

5.1 Mecanismos Necesarios para Iniciar las Propuestas.	102
5.1.1 Elementos Esenciales para Propuesta.	
5.1.2 Fase de Diseño	
5.1.3. Fase de la Operación .	
5.1.4 Fase de Seguimiento y Evaluación	
CONCLUSIONES	108
BIBLIOGRAFÍA	113

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el hombre de fines de este siglo cuenta con innovaciones tecnológicas que solamente existían en su imaginación como es el teléfono celular, fax, Internet, la conquista de Marte, etc., estamos viviendo una nueva Revolución Industrial.

Los grandes capitales se mueven de un continente a otro sin muchas dificultades, las empresas transnacionales hacen acto de presencia en los grandes mercados mundiales, se trasladan mercancías de un país a otro de manera impresionante, la materia prima es de un país, la mano de obra de otro, el capital de un tercero y el mercado de un cuarto.

En los 70's en Europa se inicia un nuevo orden mundial, donde se pretende eliminar fronteras a las mercancías y capitales iniciando la globalización.

Se pronostica para el siglo XXI un mundo con grandes aperturas comerciales y economías muy ligadas, donde el productor del estado de Jalisco, por citar un ejemplo, esta compitiendo con productores de Hong Kong, será una competencia muy dura donde solamente sobrevivirá el mejor: el más productivo.

En este mundo de globalización donde el sector primario mexicano, forzosamente tendrá que competir, sabemos que está compuesto de la siguiente manera:

- a) De un 5% a 10% de los productores están preparados para competir, son exportadores, modernos y competitivos.
- b) De un 15% a un 20% de los productores actuales, serán los que resentirán cambios y no podrán elevar tan fácilmente sus rendimientos, no soportarán la caída de los precios por la competencia, algunos venderán y saldrán del campo, los menos se adaptarán y buscarán apoyos para competir dentro de este panorama de globalización.
- c) El 70% restante son productores con bajo rendimiento, peores tierras, producción para autoconsumo, cuentan con una parcela de máximo 3 Ha. (González 1992: 50-51).

Existen dos mundos en el campo Mexicano, uno moderno y competitivo que son los menos y otro atrasado y con tendencia al abandono total, que son la mayoría.

En el caso del municipio de Hueypoxiila Estado de México, los productores entran en el inciso C, por lo que es urgente presentar propuestas reales y al alcance de los ejidatarios para mejorar la ecología y la producción agropecuaria. La finalidad de la presente tesis es proponer alternativas para la producción de alimentos en calidad y cantidad adecuadas en concordancia con los recursos naturales, trabajar la tierra bajo un equilibrio optimo entre el uso, manejo y conservación de los recursos en un sitio o región, sin olvidar elementos socioeconómicos que no necesariamente tienen que estar divorciados con la conservación de los recursos naturales.

Esta tesis presenta propuestas para iniciar el desarrollo rural en una microregión. Como todos sabemos el tema del campo es muy complejo y abordado por todo profesionista ya sea el antropólogo, sociólogo, agrónomo, abogado, y hasta el político, todos opinan y critican de acuerdo a su disciplina ó intereses, pero sin embargo las cosas no mejoran para la mayoría de los productores agropecuarios clasificados en pobreza extrema. Las preguntas esenciales son: ¿como iniciar el desarrollo rural?, ¿cuales son los factores que inciden en el?, ¿cual es el papel que juega el municipio?, ¿cuales han sido las experiencias de la planeación en México? y por último ¿cual es la importancia de la participación de los supuestos beneficiados en programas de desarrollo rural?.

Este trabajo contiene el punto de vista de un planificador agropecuario, que labora en el municipio de estudio. La propuesta está basada en el conocimiento de las condiciones que imperan en el municipio de estudio como son sus antecedente históricos, culturales, ubicación geográfica, medio físico, marco social y marco económico, todo lo anterior con la finalidad de identificar de la manera más precisa la problemática del agro en el municipio, para posteriormente proponer opciones tendientes al mejoramiento y solución al alcance de la mayoría de los productores y que respondan a las condiciones actuales en las que se practica la agricultura en esta región.

Para iniciar el desarrollo rural se proponen cuatro acciones concretas:

- a) Construcción de pequeñas represas, debido a que el agua es uno de los recursos que impiden el desarrollo en este municipio, por lo que es de suma importancia su almacenamiento y manejo.
- b) Explotación intensiva del nopal verdura (*Opuntia ficus indica*), una vez contando con agua, será factible establecer pequeños microtuneles en invierno, donde este cultivo es muy rentable y requiere de poco riego.
- c) Aprovechamiento del maguey (*Agave salmiana*), para reforestar, recuperar suelos y detener la erosión eólica e hidrica.
- d) Cultivo del gusano rojo de maguey (*Cossus redtendbacheri hamm*), buscar y probar nuevas opciones de producción en zonas semiárida en donde sean compatibles los intereses ecológicos y económicos.

Las propuestas anteriores para que se logren instrumentar será necesario que estén contempladas en el Programa de Desarrollo Municipal y reciban apoyo del gobierno en sus diferentes niveles (municipal, estatal y federal).

Las opciones de mejoramiento que planteo en este trabajo ya fueron experimentadas en el ejido de Hueypoxtla, lo cual nos proporciona bases para pensar positivamente e iniciar hacia la mejora del nivel de vida del productor.

Es de suma importancia para esta propuesta, la participación democrática y voluntaria de los productores, siempre respetando las formas de organización ya establecidas y darles autonomía en la toma de decisiones.

CAPITULO I

CONSTRUCCION DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De la década de los ochentas a la fecha, el campo mexicano pasa por una crisis muy severa, algunos autores opinan que es la mas grave después de la revolución mexicana. En los últimos 10 años el valor real de los productos agropecuarios ha decrecido en un 50% en promedio, esto desalentó las inversiones en este sector productivo, lo que ha provocado el desplome de la rentabilidad y de la acumulación de capital tanto en el sector privado como en el sector social del campo a grado tal que las inversiones agropecuarias en los últimos años no son suficientes para reponer los stocks de capital como maquinaria, ganado, circulante, etc.

Por otra parte los apoyos del gobierno también han decrecido y no responden a las condiciones imperantes en el campo mexicano, el cual debe ser competitivo en el mercado mundial, lo esencial es el costo de producción que esta directamente relacionado en la agricultura con la calidad y características de: recursos naturales, nivel tecnológico, productividad, ritmo de crecimiento, apoyos oficiales, (infraestructura, investigación, asistencia técnica, subsidios, financiamientos, etc.). (Calva, 1993: 14-17).

El problema del sector primario afecta no solo a los productores o campesinos, también a los habitantes de las grandes ciudades, porque la crisis agropecuaria esta convirtiéndose en crisis alimentaria, basta ver como están creciendo nuestras importaciones de granos básicos y leche, solo por mencionar algunos productos esenciales en la alimentación del pueblo mexicano.

Para la solución de la problemática agropecuaria debemos de tomar en cuenta los aspectos ecológicos, sociales, culturales y económicos. Resulta evidente que la política neoliberal que se a aplicado en México es incompatible con el discurso de sostenibilidad. Por otra parte, la planificación y la conservación del ambiente prácticamente han desaparecido, por lo que urgen programas de desarrollo rural que rompan con el paradigma de la revolución verde y que contengan sostenibilidad o viabilidad ecológica (conservación de recursos naturales), sostenibilidad social (participación y consulta a productores) y sostenibilidad o viabilidad económica (cambios concretos en el nivel de vida), etc.

El municipio de Hueyoxtila, no esta ajeno a la situación que guarda el agro nacional, en particular la agricultura que se práctica es tradicional, al igual que la ganadería es de autoconsumo, con bajos rendimientos en cultivos como maíz, trigo y cebada, las tierras de labranza se están abandonando, con suelos pobres en materia orgánica que presentan grandes problemas de erosión y siendo un municipio rural, el 30% de la superficie total no es apta para la agricultura.

Esta tesis propone acciones concretas para una microregión, buscando iniciar el desarrollo rural, partiendo de los recursos disponibles y abundantes como lo es la mano de obra del ejidatario y las condiciones ecológicas imperantes; por otro lado las opciones de mejoramiento planteadas se adaptan a las condiciones de minifundio y de poco capital inicial para instrumentarlas.

1.2 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

Abordar el tema del campo mexicano es hablar de grandes retos, es buscar opciones a millones de ejidatarios que están abandonando el campo con todas las consecuencias que esto conlleva y aplicar soluciones que reactiven a este sector.

Durante el sexenio anterior se pensó que era mas barato comprar alimentos en el exterior, que producirlos, no existe una política de fomento agropecuario que incluya crédito barato y oportuno, asistencia técnica, infraestructura, maquinaria, canales de comercialización, investigación, etc.

En las condiciones actuales es muy caro producir nuestros alimentos, pero a largo plazo se verán los resultados con comida barata y logrando una autosuficiencia alimentaria y como consecuencia una autonomía de las potencias mundiales como Estados Unidos y Europa donde en estos países, el campo, si es un sector estratégico y de soberanía nacional.

El problema del agro afecta a todos los mexicanos, no es solo un problema de campesinos o indígenas, es un problema con efecto multiplicador, que esta vinculado a factores económicos, políticos y sociales.

En lo personal como planificador agropecuario estoy comprometido a presentar soluciones, si bien no puedo a nivel macroeconómico, si es factible a nivel microeconómico y regional, aumentando la producción, generando empleos y como consecuencia mejorar el nivel de vida para iniciar el cambio hacia una mejora lenta pero sostenida, siempre cuidando los recursos naturales, porque éstos no nos pertenecen y debemos cuidarlos para entregarlos a las generaciones futuras.

En el municipio de estudio es necesario reactivar las actividades agropecuarias, retomando la vocación ecológica e histórica de esta microregión, por lo que propongo el cultivo de maguey y nopal como ejes que incidan en el desarrollo de este lugar.

1.3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Contribuir con opciones de mejoramiento ecológico y de producción para impulsar el desarrollo agropecuario en zonas semiáridas, tomando como muestra representativa al municipio de Hueyoxtla, Estado de México.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Conocer las características físicas, geográficas y ecológicas del municipio de estudio .
2. Identificar las actividades productivas y factores que frenan su desarrollo
3. Demostrar la posibilidad de recuperación de suelos erosionados pluvialmente y su aprovechamiento integral mediante la creación de pequeñas represas, en la comunidad y en zonas similares, para su recuperación y mejoramiento ecológico.
4. Demostrar las posibilidades que puedan tener las cárcavas de ser empleadas en obras de almacenamiento de agua
5. Explotación intensiva del nopal verdura (*Opuntia ficus - indica*) bajo microtúnel.
6. Aprovechar el maguey (*Agave salmiana*) para recuperación del suelo.
7. Iniciar el cultivo de Chinincuil (*Cossus redtenbacheri hamm*).

1.4 METODOLOGIA UTILIZADA

Para la elaboración de la presente tesis se realizará como primer paso un diagnóstico retrospectivo y observacional de la comunidad abarcando los siguientes puntos: antecedentes históricos, localización, hidrología, clima, orografía, clasificación y uso del suelo, flora, fauna, población, salud, educación, vivienda, servicios públicos, comunicaciones, principales actividades económicas y población económicamente activa.

Dentro de la metodología para la investigación agrícola entendiendo esta en su concepción más amplia, o sea agrícola, pecuaria y forestal o bien producción vegetal y producción animal, existen 2 corrientes; la tecnocrática y la ecológica.

La primera plantea los planes de desarrollo agrícola con base a la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento} = f(\text{clima, planta, hombre, suelo, tiempo})$$

La segunda toma a la agricultura como parte integral del medio ambiente en que se practica.

Según Rappaport (1980), un agricultor puede gastar más energía a través de la gasolina utilizada por su maquinaria agrícola que lo que se obtiene en su cosecha.

La concepción tecnocrática es en principio la expresión, de una organización social determinada, que obedece a los intereses de ganancia.

En cuanto a la concepción ecológica podemos decir que surge como una defensa humanística de los recursos ante el desarrollo de las formas irracionales en la producción de satisfactores; con esta concepción se pretende integrar al hombre como un organismo y no como un ser social.

En nuestro concepto la agricultura, entendida como un proceso de producción agrícola es una actividad social, producto del desarrollo histórico de los grupos humanos que la practican. La importancia de estudiar los aspectos históricos de la producción agrícola radica en definir cuáles han sido los elementos que han intervenido y que impulsan el desarrollo de las fuerzas productivas en los diferentes procesos en la agricultura, es decir, cuáles condiciones sociales y naturales han provocado el surgimiento y la evolución de las técnicas de producción agrícola.

La descripción y análisis de opciones que tiendan al mejoramiento ecológico y agropecuario en la comunidad de Hueyopxtla. Esta propuesta de tesis es longitudinal debido a que los estudios presentarán resultados a largo plazo y en función de la transferencia de tecnología al municipio.

CAPITULO II

MARCO CONCEPTUAL.

2.1 Municipio y Desarrollo

Empezaremos por definir que se entiende por Municipio la Constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos establece al Municipio como la base de la división territorial, de la organización política y administrativa de las entidades federativas. Por lo tanto, el Municipio tiene esos dos aspectos fundamentales: el sociológico, como unidad social, local, de vecindad y, el político como unidad política y administrativa de los estados de la República.

Para entender los aspectos anteriores será necesario hablar de la naturaleza sociable del ser humano para Vázquez (1986: 60-78) quien cita a Aristóteles, por que nadie mejor que él, ha expresado tan lacónicamente tamaña verdad: "el hombre es un animal político", el hombre aislado, no podría ser otra cosa que Dios o fiera. La sociabilidad del ser humano es de ayer, de hoy y será de mañana y siempre por que es la nota esencial de su naturaleza. Por ella es lo que es, como individuo aun que parezca una paradoja. Por ella somos lo que somos, como familias, comunidades y sociedades, se impone como una realidad que se constata a través de los estudios antropológicos relativos a cualquier pueblo, cualquier etapa de su desarrollo. Por ello, es que no conoceremos la evolución biológica del hombre, si no su evolución cultural, característica de su vida en comunidad.

En el aspecto político el autor señala, que las ideas o construcciones acerca del Estado, lo mismo que las del Municipio, del Estado – Ciudad, son meras abstracciones y son esquemas mentales, que sirven y han servido siempre para racionalizar la administración política de un territorio y que cada pueblo, en cada etapa histórica, tiene y ha tenido a partir de un momento una organización política determinada.

Además en estos procesos de formación y organización política han sido determinantes el factor tiempo y espacio, en la mentalidad o sentido cultural reinante. Ahora para ubicar al Municipio dentro del concepto de desarrollo, se hace necesario conocer y entender las connotaciones diversas que surgen dependiendo de la disciplina e ideología de los autores.

Las teorías occidentales del desarrollo inciden en el crecimiento económico; la acumulación de capital, el incremento del ahorro y la inversión como los factores que lo determinan y condicionan. Independientemente de lo anterior hay un elemento que debe estar implícito "la dialéctica", esto es, el concepto de desarrollo debe ser dinámico. Por lo que su análisis puede hacerse en diferentes niveles: conceptos, teorías, políticas y estrategias.

Como concepto, basado en la terminología o en la semántica siempre tendrá un contexto ideológico propio del ambiente dominante, político y social en que se ubique. Hablar del desarrollo

dentro de las ciencias sociales, y sobre todo en aquellas ciencias que más vinculación tiene con la planificación y el ordenamiento territorial, no es tarea fácil; no por que el tema sea complejo, si no por la gran confusión que existe en torno a dicho término. Algunas conceptualizaciones y definiciones que nos permiten ubicar al municipio dentro de este concepto se mencionan a continuación.

El desarrollo es un proceso complejo, multidisciplinario y multisectorial que tiene por objeto la liberación de las fuerzas productivas, la apropiación de la riqueza socialmente generada y la conducción de este proceso por las capas mayoritarias de la población en su propio beneficio, ampliando sus márgenes democráticos de participación y soberanía (Menendez 1983: 30-35).

Según Mata G. (1984: 26) “desarrollo en términos generales implica relacionar el proceso de producción de bienes y servicios con la distribución de los mismos. Cuando el proceso de producción y distribución benefician a toda la población, es decir, que todos participan en la producción y por lo mismo, la distribución es equitativa, entonces ocurre en la práctica el desarrollo de una región o de un país”.

Para García (1985:5) “el desarrollo debe ser abordado como un proceso de cambio estructural que implica modificaciones tanto en la producción como en las instituciones y requiere de la participación creadora de todo el pueblo”
Sunkel y Paz (1985:22-29) opinan que la noción de desarrollo económico y social es un concepto complejo que refleja una situación real también estructuralmente compleja; conceptos similares tales como riqueza, evolución, progreso, crecimiento e industrialización contiene hasta cierto punto, ideas parciales del concepto de desarrollo.

La idea de desarrollo se centra en el proceso permanente y acumulativo de cambio y transformación de la estructura económica y social; el cambio debe ser estructural e institucional y la transformación profunda y deliberada. El adelanto técnico y la aplicación de nuevos métodos son necesarios para el desarrollo del potencial productivo. Así mismo enfatizan el desarrollo como crecimiento económico, cuya preocupación se centra en la influencia que tiene la inversión sobre el incremento del ingreso, el equilibrio dinámico y la desocupación. Esta teoría asigna un papel fundamental al Estado en la política económica y tiene una influencia decisiva sobre los modelos que se utilizan para la elaboración de planes en los países subdesarrollados. El problema del subdesarrollo se enfoca como un proceso de perfeccionamiento desde formas primitivas de actividad del sistema económico hacia formas más modernas y perfectas, como las que idealmente existen en los países desarrollados.

El enfoque de Sili, M. (1993:65) define al desarrollo como “un proceso de creación, reproducción y acumulación, a través del tiempo, de bienes sociales, políticos, culturales

y económicos que permitan a todos los individuos y/o comunidades de un lugar determinado lograr una mayor autodeterminación y una mayor capacidad de controlar los procesos humanos y naturales que se plantean en la realidad”.

Esto quiere decir que el proceso de desarrollo es un proceso histórico en el cual la creación, la reproducción y la acumulación de bienes no es solamente económica, si no también social, política y cultural. Esta definición incorpora implícitamente elementos tales como la capacidad de generar procesos endógenos de desarrollo y la capacidad de controlar, regular y conservar los recursos naturales y ambientales.

Esto implica que el desarrollo es un proceso con un substrato de invención cultural; ese proceso de innovación gira sobre dos ejes: la creación de fines (valores) y la creación de medios (técnicas de producción de bienes). Por otra parte expresa que no puede existir un proceso de desarrollo autónomo y con continuidad temporal cuando el promotor y el beneficiario de ese desarrollo no son las mismas personas.

En los diferentes enfoques arriba mencionados para impulsar el desarrollo en un Municipio (en nuestro caso particular el de Hueyapoxtla) es importante tomar en cuenta diversos factores. La propuesta se basa en convivir e integrarnos a la naturaleza con la finalidad de hacerla producir, pero sin destruirla; es decir siempre viviendo en armonía con ella.

La agricultura sostenible debe cubrir cuatro aspectos fundamentales:

- Ecológicos: debemos de estar conscientes que los recursos naturales no pertenecen a nadie en especial a nosotros, los tenemos prestados por lo tanto es nuestra obligación cuidarlos y conservarlos para poder entregarlos a las generaciones futuras. Nada justifica el acabar con los recursos naturales, ni aún el mas alto valor monetario. Definitivamente debemos romper con el paradigma que nos plantea la política neoliberal y aceptar los retos de la agricultura sostenible.
- Social: Es fácil saber cuantas comunidades existen en la región, cuanta población vive en ellas, cual es su ingreso, la actividad principal, etc.; sin embargo, no es fácil saber que piensa la gente, que quiere, que desea, que potencial posee y que es capaz de hacer; en pocas palabras la participación y consulta a productores será la base para el éxito y punto de partida del presente trabajo.
- Cultural: En este punto debemos rescatar los valores inculcados a los ejidatarios por las generaciones anteriores, donde destaca el amor a la tierra, el cuidado del agua, bosque, aire y la naturaleza. Estos valores ya están presentes solo nos toca despertarlos y promoverlos.
- Económico: Todo lo anterior sería un sueño inalcanzable sino tiene un sustento económico, donde se busque incrementar el nivel de vida del productor agropecuario, es decir no solo aumentar el ingreso, también la educación, la salud, la cultura, etc.

2.2 Desarrollo Rural

Dentro del desarrollo global de un país existe un tipo de desarrollo particular, el desarrollo rural. Puede definirse según el aspecto que se desee resaltar, así para Mata, G. (1984:26), el desarrollo rural puede ubicarse como la promoción del crecimiento económico y el mejoramiento del nivel de vida de los sectores más marginados del medio rural, con el fin de aumentar el nivel de bienestar de los pobladores de dicho entorno.

La FAO lo define como un proceso de cambio que se debe realizar en lo técnico, económico, social, cultural y político.

Para las Naciones Unidas (ONU) el desarrollo rural es una estrategia para la modernización del campo que persigue los siguientes objetivos:

- Convertir regiones rurales de subsistencia en áreas de agricultura comercial.
- Modernizar a los habitantes rurales y cambiar sus actitudes hacia el desarrollo.
- Aumentar el ingreso per cápita de la población económicamente activa.
- Asegurar el mínimo de alimentación y nutrición básica requerida.
- Reducir la salida de la población de áreas rurales a las áreas urbanas.
- Reorientar y diversificar las economías rurales.

Lo que se puede resaltar de los anteriores objetivos es que tratan el desarrollo o subdesarrollo como una descripción superficial del fenómeno no dice nada acerca de sus causas y las estrategias que se plantean *distan mucho* para cualquier política práctica de cambio.

Como planificador lo primero que se debe precisar son las causas que frenan el desarrollo, segundo cuales son los recursos y elementos abundantes que puedan impulsarlo, por último convocar a los actores y beneficiarios para que en forma democrática participen y guíen su propio desarrollo, cubriendo las necesidades de los beneficiarios.

2.3 Desarrollo Rural Integral

El uso indiscriminado de los términos “desarrollo” y “rural”, dan pauta a que en los últimos periodos de la década de los 70's cobre mayor importancia el término “integral”. A través de este término, se resalta la importancia que tiene el hecho de abordar en su totalidad el conjunto de problemas a los que se enfrenta la población rural que incluyen las relaciones con los medios de producción y las relaciones sociales derivadas de su manera de producir.

La evolución de términos se debe a la manera de actuar de los organismos gubernamentales respecto a los problemas que se han presentado en el medio rural, sobre todo en el sector de condiciones de subsistencia. En un principio se actuó en función de lo agrícola, pero dada la constante pobreza y marginación de la mayoría de la población rural se optó por establecer programas de bienestar social al margen de los agrícolas. Más tarde se pensó que conjuntando los dos programas se lograrían mejores resultados por lo que a este paquete se le denominó programa de desarrollo rural, con el propósito de incorporar lo social a lo agrícola.

Sin embargo, los resultados observados no correspondían a las expectativas, se optó entonces por buscar una alternativa que supiera las diferencias encontradas, atendiendo a los problemas de la producción y del productor simultáneamente en un espacio determinado, con métodos, estrategias, objetivos y metas definidos. A esta manera de enfrentar la problemática del medio rural se le denominó "desarrollo rural integrado".

Según la FAO (1979:4), el desarrollo rural integrado supone integrar todas las fases del proceso productivo a partir de lo agrícola, incorporados a su vez dentro de estructuras participativas. La cual parte de los siguientes principios:

- No puede haber desarrollo económico sin desarrollo social.
- Para producir se requiere un mínimo de bienestar.
- Si el desarrollo quiere ser real y autosostenido debe basarse en la efectiva participación de los propios interesados.

Este mismo organismo internacional, considera las características siguientes:

- Es un desarrollo planificado a nivel de área, coherente con la planificación regional y nacional.
- El objetivo es el desarrollo integral del hombre como ser individual y social.
- La estrategia consiste en integrar a nivel de área los diversos sectores de la economía, así como las instituciones, planes, programas y actividades en una acción global que permita dar a los mismos el soporte y la eficiencia requerida para una acción verdaderamente exitosa en orden de las metas indicadas. La coordinación entre los planes y los organismos nacionales, regionales y locales de desarrollo es indispensable y requiere una estructura de funcionalidad eficiente y permanente.

El desarrollo rural integrado debe ser esencialmente interno y que los componentes externos al mismo solo son condiciones que ayudan a que se manifieste el contenido interno del sujeto u objeto del proceso de desarrollo. Por lo que son los componentes externos los que condicionan al cambio y los internos su base (Mao Zedong 1981:27-29)

En base a los diferentes autores antes mencionados el presente trabajo parte de la premisa siguiente:

El desarrollo es un proceso sujeto a leyes independientes de la conciencia del hombre. Sin embargo, el hombre posee la capacidad de comprenderlo, entenderlo y transformarlo. Por lo tanto la actitud que se tome frente al desarrollo depende del grado de comprensión y entendimiento alcanzado y de los intereses que se persigan.

2.4 Semblanza de la Planificación Rural en México.

La idea de planificar aparece primero en México que en los demás países latinoamericanos.

Los primeros antecedentes los encontramos en 1930 con la expedición de una ley de planeación, en donde se establece la necesidad de ejecutar un inventario de los recursos del país a fin de coordinar el desarrollo nacional.

El primer intento serio de planificación, ocurre durante la candidatura a la Presidencia de la República del General Lázaro Cárdenas en el periodo de 1934 – 1940; elaborado por el entonces Partido Nacional de la Revolución hoy transformado en lo que conocemos como Partido Revolucionario Institucional, siendo este el inicio de la formulación de planes.

Sin embargo, durante 1940 – 1960 la realización de algunos Planes se hacen con la finalidad de aprovechar el financiamiento extranjero, creándose una mayor dependencia hacia lo Estados Unidos de Norteamérica.

A partir de 1961 con la creación de Alianza para el Progreso, los Estados Unidos de Norteamérica ponen a disposición de América Latina 20 mil millones de dólares condicionados a la realización de las reformas propuestas en la Carta Punta del Este, Uruguay; y a la preparación de Planes de Desarrollo de acción inmediata. Algunos autores señalan que es a partir de esta reunión cuando surgió la necesidad de establecer reformas sustanciales en la formulación de Planes de Desarrollo (Ceceña 1982:122).

En México, la planificación tropieza con dos problemas: de carácter metodológico y de carácter estructural. Los metodológicos son quizá los menos importantes siendo de mayor influencia los de carácter institucional, planteándose la reforma administrativa como el requisito esencial, si se requiere que el país funcione adecuadamente. Dicha reforma debe ser entendida como los cambios que se realiza en el sector público en virtud de la incorporación de funciones de formulación ejecución y control de planes; sin embargo esto no garantiza que el país emprenda el camino del desarrollo (Guillén 1983:88-93).

De manera que el problema por ser estructural, es mucho más profundo y hasta la fecha, muchos autores afirman que los países subdesarrollados requieren un cambio

fundamental para salir de su condición de atraso. Si bien es cierto que existe este acuerdo, no sucede lo mismo al conceptualizar un cambio de tal naturaleza por lo que el concepto de desarrollo no incluye la necesidad de transformar radicalmente el estado actual de la sociedad, por considerar que el cambio sería gradual y deliberado lo cual significa que son las esferas mas altas y concretamente la clase gobernante la que decide el rumbo que se debe seguir en materia del desarrollo social

El planificar no es solo un problema técnico, tampoco una mera tarea del Estado, sino más bien una actividad continua de respaldo a un arduo y lento proceso de diálogo y entendimiento social, protagonizado directamente por los actores reales, públicos y privados. Es evidente la necesidad de que las instituciones gubernamentales adquieran el papel de coordinadores de dicho proceso abierto al cambio y basado en la participación, si se quiere lograr un verdadero desarrollo rural.

2.5 Importancia de la Participación Comunitaria en el Desarrollo Rural

El concepto de participación por lo general está referida a un sujeto o a una actividad determinada. Las experiencias prácticas de participación sistematizadas son escasas y casi siempre son muy locales, espontáneas y temporales.

Definimos la participación como la acción voluntaria asumida conscientemente por un grupo de individuos que adquiere una dinámica sistemática en el tiempo y en el espacio a fin de alcanzar objetivos de interés colectivo. La participación se concibe como la acción concreta del hombre para intervenir directamente en la toma de decisiones que afectan diariamente su vida, la de su familia y su comunidad; principalmente en lo que se refiere al trabajo, producción y obtención de sus satisfacciones fundamentales.

Participación significa tomar parte y pasar de una situación en la que uno o unos cuantos deciden por todos, a otra en la que todos pueden opinar y actuar en los asuntos que afectan a todos.

Un obstáculo que ha limitado la participación y que es necesario superar es el centralismo. El cual tiene profundas raíces históricas en los países de la región y que es alimentado y retroalimentado por procesos económicos, sociales y culturales. La concentración del poder y de los recursos financieros en unas cuantas manos impide que los conflictos se resuelvan sin afectar los intereses en pugna. La descentralización y desconcentración de la administración pública federal, hacia los estados, municipios y organismos operativos creará la posibilidad para que las comunidades puedan involucrarse y participar directamente en la gestión de programas que respondan a sus necesidades e intereses.

Para la CEPAL 1988 el primer paso de la descentralización es la institucionalización de la vida pública en localidades pequeñas: comunas, municipios u otras formas de denominación político administrativo. Esto significa tener instancias de poder local a

nivel rural, que permitan la participación de la comunidad en la solución de sus necesidades de manera organizada e institucionalizada.

La descentralización política debe ir acompañada de la descentralización administrativa. Si las autoridades locales no cuentan con recursos y con el apoyo de las instituciones públicas, especializadas en aspectos sociales y de promoción económica la participación se frustra porque no cuenta los medios para demostrar a la comunidad la utilidad de sus servicios. El desarrollo rural sin poder local es una ilusión.

La planeación municipal se concibe como una actividad que busca dirigir el desarrollo de las comunidades y lograr el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles en el municipio. La práctica de la planeación municipal se entiende como una actividad de racionalidad administrativa que busca prever y adaptar armónicamente las actividades económicas a las necesidades básicas de la comunidad.

A través de la planeación, los ayuntamientos podrán mejorar sus sistemas operativos y aplicar con mayor eficacia los recursos financieros que los gobiernos federal y estatal transfieren para el desarrollo de proyectos productivos y de beneficio social.

Se considera que las actividades de planeación municipal deben sujetarse a cinco lineamientos generales: políticos, económicos, jurídicos, administrativos y sociales (Hernández y Mejía 1992:12-13).

Aspecto político en la práctica de la planeación está basada en la capacidad de negociación que tenga el ayuntamiento con el gobierno estatal y federal, además de los sectores sociales al interior de la comunidad.

Ambito económico guía de acción dentro del programa para la generación del desarrollo y su financiamiento, así como los parámetros adecuados para la realización de las actividades económicas.

Lineamiento jurídico, la planeación y su práctica deben reformar y realizar adiciones y/o modificaciones a los instrumentos jurídiconormativo del municipio.

Area administrativa, el proceso planificador debe modificar las unidades y estructuras organizacionales del municipio para adecuarlas a las nuevas funciones.

Lineamiento social, sostiene que el plan buscará el desarrollo integral y armónico de la comunidad.

Los conceptos anteriores resaltan la importancia que tienen la planeación municipal, como el instrumento para articularse con la planeación estatal y federal.

Es de suma importancia del programa de desarrollo municipal para alcanzar las metas y conseguir la participación de los grupos sociales, para el éxito de las propuestas de la

presente tesis, en donde se considera la participación social como indispensable para alcanzar el objetivo primordial del Desarrollo Rural Integral que es el mejoramiento de los niveles de bienestar de la población rural, con base en su participación organizada y la plena utilización de los recursos naturales y financieros, con criterios sociales y de eficiencia productiva, la organización y participación se impulsará partiendo del respeto a las formas y órganos de gobierno que en las propias comunidades se han dado (Sunkely Paz 1985:35-40).

A través del programa municipal se pretende dar un mayor impulso a la concertación entre las organizaciones sociales y el Estado en la conducción del Desarrollo Rural Integral. De manera que dentro de la modernización del campo el Estado debe implementar una serie de programas tendientes a impulsar la participación de campesinos en las actividades relacionadas con la producción agropecuaria y en donde el órgano de gobierno local debe tener una ingerencia directa en el proceso de desarrollo, de tal forma que se de el fortalecimiento municipal y este se exprese en una respuesta de la propia consulta popular de las comunidades.

CAPITULO III

ASPECTOS GENERALES DE HUEYPOXTLA.

Es necesario conocer el estado que guarda el municipio de Hueyboxtla, desde sus antecedentes históricos – culturales, recursos naturales, marco social y económico para entender el porque de la situación actual, detectar y determinar las limitantes del desarrollo, las causa que le dieron origen, señalar los posibles caminos que conduzcan a la solución de los principales problemas, para que las propuestas que se presenten realmente ayuden al mejoramiento e iniciar el desarrollo sostenible.

3.1 PERFIL HISTORICO CULTURAL

Hueyboxtla forma parte del área tepaneca y de acuerdo a los anales de Cuautitlan, cuando los mexicanos fueron sitiados en Chapultepec, en año 7, Acatl - Chalchihuetzin presidía la población que fue reconocida como cabecera inmediatamente después de la conquista.

El municipio de Hueyboxtla por lo que corresponde a la existencia de grupos étnicos cuenta con Mazahuas y Nahuatlts.

A principios de la época colonial los indígenas de Hueyboxtla quedaron reducidos a 600 varas, es cuanto les pertenecía como feudo legal. En esta misma época la actividad comercial predominante fue la venta de cal en la que intervenía el encomendero de este pueblo Antón Bravo de Lagunas.

No se debe olvidar que gracias a la activa participación de poblaciones del valle de México, situadas hacia el norte, durante la guerra de tres años y la intervención francesa, se les premio elevándolas a la categoría de villas o cabeceras.

En épocas recientes se construyeron las haciendas de Casa Blanca, Bata, Tezontlalpan, San Sebastián, San José de la peña y Rincón de Guadalupe. Años mas tarde, en 1926 a esas haciendas se les aplico la ley de la reforma agraria. Afectando parte de sus extensiones.

3.2 MEDIO FISICO Y GEOGRAFICO

3.2.1 LOCALIZACION

Se extiende en el extremo norte de la porción nordeste del Estado de México y pertenece al distrito de Zumpango (Mapa 1).

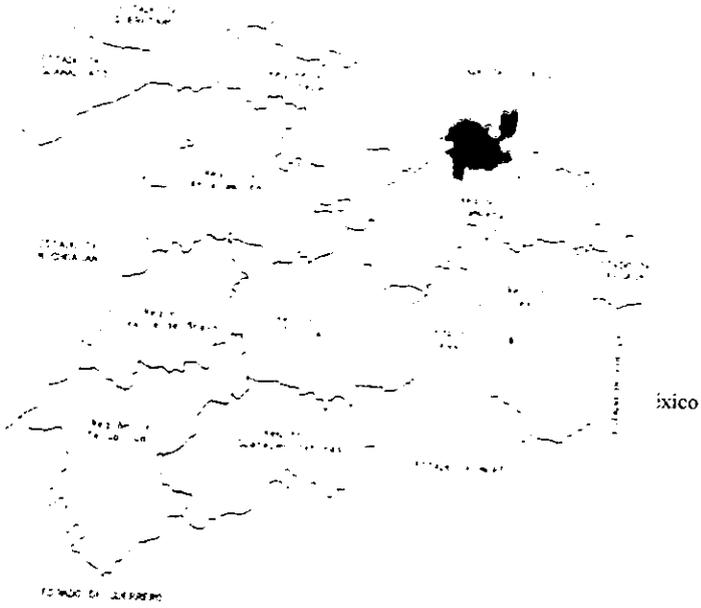
Tiene una superficie de 246.95 Km² y esta compuesta por once localidades clasificadas en centro integrador: Hueypoxtla; comunidades marginadas: Ajoloapan, Nopala, el Carmen, San José Bata, Jilotzingo y Zacacalco. Comunidades de alta marginación: Tianguistongo, San Pedro la Gloria, Casa Blanca y Tezontlalpan (Mapa 2).

La cabecera municipal de Hueypoxtla se ubica a los 19° 28' 50'' de latitud norte y a los 98° 52' 25'' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, el municipio tiene una altitud promedio de 2375 metros sobre el nivel del mar.

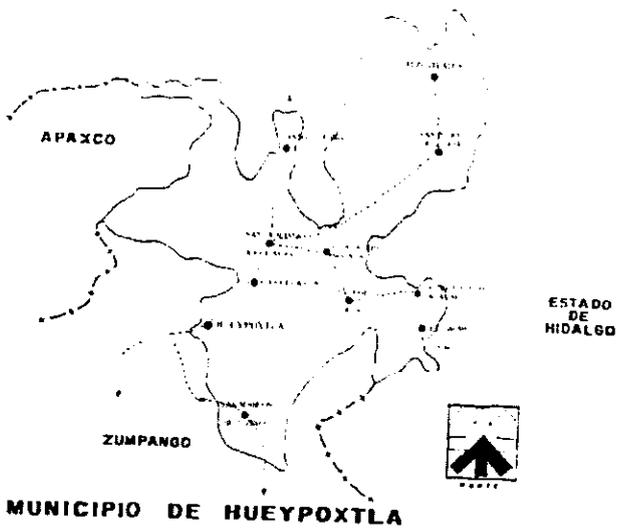
Limita al norte con el municipio de Ajacuba con el estado de Hidalgo, al este con los municipios de Tolcayuca y Tizayuca de este mismo estado, al sur con Zumpango, y al oeste con los municipios de Apaxco y Tequixquiac en el estado de México (Mapa 3).



Mapa 1: Localización del Estado de México en la República Mexicana



Mapa 2: Localización del Municipio de Hueypoxtla en el Estado de México



Mapa 3: Municipio de Hueypoxtla

3.2.2 HIDROGRAFIA

El único río de importancia que cruza el municipio por su cabecera es El Salado, hay arroyos que toman su cauce en la temporada de lluvias, como los de San Miguel, Las Mulas, Las Palmillas y Corrales. Según el inventario de cuerpos de agua existe 56 en todo el municipio con una superficie total de 37.46 hectáreas.

3.2.3 CLIMA

Cuenta con un clima clasificado como BS₁Kw(w); clima semiseco donde la precipitación invernal es menor del 5%. Con una precipitación media anual de 500 a 600 mm, temperatura media anual de 18 a 20 °C. , la frecuencia de granizadas es de 2 - 4 días y la de heladas es de 80-100 días.

3.2.4 OROGRAFIA

Los terrenos tienen la forma de una gran meseta cubierta de suaves ondulaciones y algunos cerros importantes como el Picachito y el Arandas.

3.2.5 CLASIFICACION Y USO DEL SUELO

La formación del suelo del municipio se compone por sedimentos arrancados de las montañas circundantes y transportados por las aguas de cenizas volcánicas la superficie total es de 24,695.33 ha, se distribuyen en 12,240.65 para uso agrícola, 11,312.59 de temporal y 928.06 de riego. A la actividad pecuaria se destina 8,138.57 ha y la zona forestal ocupa una extensión de 1,866.82 y la zona urbana 1,546.29 ha. La mayor parte corresponde a la propiedad ejidal, siguiendo la pequeña propiedad.

Se tienen suelos calcarios (rojo, naranja) o suelos de origen rigosoles arrastrados por el agua con una gran cantidad de materia orgánica. Por el tipo de suelo no es muy recomendable el cultivo de granos básicos (maíz y frijol) por sus tipos de follajes de hojas anchas.

De acuerdo a la cartografía del Estado de México, el 30 % de la superficie no es apta para la agricultura. El 5% se trabaja con maquinaria agrícola y el 95% con tiro animal. (Síntesis, Geográfica, Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de México, 1987:50-55).

3.2.6 FLORA Y FAUNA

La flora silvestre esta constituida por casuarina, pino, pirul, fresno, mezquite y huizache. Hay plantas medicinales como sabila, cedro, peshto, manzanilla, golondrina, ajeno, gordolobo epazote de perro y zorrillo, manrubio, ruda, valeriana, simonillo y mejorana. La fauna esta conformada por conejos, ardillas, liebres, tusas, zorrillos, cacomiztles, tlacuaches, ratones, lagartijas, camaleones y culebras.

3.3 MARCO SOCIAL

3.3.1 POBLACION

Es de 26,189 habitantes, es un municipio de población joven, el 62.93% es menor de 24 años, su densidad de población es de 106 habitantes por Km². Con una tasa de crecimiento medio anual de 3.10. El 85% de la población es católica.

3.3.2 SALUD

La población recibe atención médica por medio de centros rurales de salud de la Secretaria de Salubridad y Asistencia (S.S.A.). La ayuda para nutrición infantil por parte de LICONSA es de 4,188 litros diarios.

No existe atención médica por parte del IMSS e ISSSTE El servicio que se proporciona es de consulta externa correspondiendo a cada medico atender a 1632.8 habitantes en promedio.

3.3.3 EDUCACION

En el municipio de Hueypoxtla se cuenta con algunas instituciones educativas, con escaso material didáctico y tecnológico, en donde se imparte enseñanza en el nivel preescolar, primaria, secundaria (general, técnica y telesecundaria) y medio superior integrado por el CBT Hueypoxtla, no existe una oportunidad de educación superior. La única biblioteca pública que funciona se encuentra en la cabecera municipal, el material bibliográfico con el que está equipada cubre apenas las necesidades de la educación del nivel básico.

3.3.4 VIVIENDA

El total es de 2,158 con un promedio de 6.6 habitantes por vivienda en condiciones habitables. Los principales materiales son: tabique, adobe y madera. Existiendo un déficit de 1,810 viviendas para 11,947 habitantes en el municipio. Estos datos fueron calculados con base en el promedio de habitantes por vivienda

3.3.5 COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE.

Cuenta con 207.2 km. de carreteras entre revestidas y pavimentadas, federales y estatales siendo las más importantes las de Ajoloapan terminando en el cruce de la autopista de México Pachuca. Tianguistongo, Ajoloapan, Hueyoptla entroncando con Zumpango

3.3.6 SERVICIOS PUBLICOS

El municipio ofrece a sus habitantes los servicios de agua potable en un 80%, drenaje y alcantarillado con un 30%, alumbrado publico con un 25% y pavimentación con un 10%; en la mayoría de las comunidades se cuenta con tianguis y cementerio. Así mismo con una caseta telefónica en la mayoría de las comunidades.

3.4 MARCO ECONOMICO

3.4.1 POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

La población del municipio de Hueyoptla esta representada por un total de 6,731 habitantes. Sector primario 1,997, secundario 2,599, terciario 1,982, no especificado 153.

Situación en el trabajo 3,608 obreros y empleados, jornalero o peón 972, trabajador por su cuenta 1,451, patrón o empresario 46, no especificado 255.

3.4.2 PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONOMICAS:

Agricultura: Cultivos principales, maíz, frijol y cebada.

Ganadería: Predomina la cría de ganado caprino y ovino.

Comercio: Pequeños establecimientos que se dedican a la venta de bienes de consumo básicos; destacan abarrotes, molinos y tortillerías.

Servicios: Hay pequeños talleres de calzado, radio, televisión, enseres domésticos, talleres mecánicos, herreros y carpinteros.

Industria: No existe.

3.4.3 MARGINACIÓN MUNICIPAL

Para entender los datos que a continuación se presentan los compararemos con otro municipio del Estado de México, esta información se obtuvo del Gobierno del Estado de México, Indicadores básicos para la planeación regional (1997: 20-43).

MUNICIPIO:	HUEYPOXTLA	ECATEPEC
Analfabetas % de la población	18.86	5.26
Sin primaria completa % de la población	51.68	22.34
Sin drenaje ni excusado %	68.44	2.91
Sin energía eléctrica %	4.16	3.02
Sin agua entubada %	19.13	10.94
% de viviendas con hacinamiento	71.91	58.42
% de población con menos de 5,000 habitantes	57.33	0
% de población ocupada con menos de 2 salarios mínimos	71.30	67.10

La población analfabeta y sin primaria completa están considerados los habitantes mayores de 15 años. Como podemos observar este problema es muy grave aún comparado con el municipio de Ecatepec donde se dispara este rubro por la alta inmigración proveniente de otros estados de la República.

En el cuadro anterior en el Municipio de Hueypoxtlá existe un gran rezago en: drenaje, vivienda, educación, agua potable e ingresos bajos. Para darnos una idea mas clara de la gravedad de la situación, en su segundo informe de gobierno el presidente municipal de Hueypoxtlá reconoció y convocó a combatir el problema de la pobreza extrema.

3.5 IDENTIFICACION DE LA PROBLEMÁTICA

Es importante para cualquier propuesta de desarrollo o acciones de mejoras, precisar cuales son las causas y/o factores que impiden el desarrollo, conocer cual es la situación actual, en específico en el municipio de Hueypoxtlá y para este trabajo lo referente al aspecto agropecuario.

- Agricultura tradicional, el tamaño de la parcela ejidal es de 2 a 3 Ha., existencia de pocos tractores, bajo rendimiento en los cultivos actuales (maíz, frijol, trigo, cebada), semillas criollas, no se utilizan agroquímicos y fertilizantes.
- El cultivo del nopal y maguey se está abandonando al no representar ingresos económicos al productor.

- Las tierras de cultivo se están abandonando, la producción es de autoconsumo.
- Siendo este un municipio rural, el 30% de la superficie total no es apta para la agricultura.
- Según las investigaciones bibliográficas y de campo por lo menos en los últimos 20 años no ha existido campaña alguna de reforestación.
- En cuanto a la ganadería las especies existentes son:
 - Ovinos: criollos con cruce de suffolk y hampshire, debido a que SAGAR ha promovido algunos sementales. El tamaño del rebaño en su mayoría no supera las 10 cabezas de ganado.
 - Caprinos: criollos y pequeños rebaños.
 - Porcinos: se práctica una explotación de traspatio, únicamente para aprovechar desperdicios principalmente de la cocina. En el último año se empieza a practicar la inseminación artificial y esto ha mejorado notablemente el material genético en la zona.
 - Bovinos: productores de leche y carne, pocas cabezas, no son significativos. No existen registros, manejo mínimo sanitario, nutricional, genético y reproductivo.
- La ganadería es una actividad que no aporta ingresos económicos, es de autoconsumo principalmente en días de fiesta.
- En este municipio una gran limitante es el recurso agua, la precipitación anual es de 500-600 mm., que pueden presentarse en una o dos lluvias torrenciales.
- Los suelos son pobres en materia orgánica, grandes pendientes y tepetatosos.
- Se presentan grandes problemas de erosión eólica e hídrica, en algunos casos la capa arable ya desapareció. Existen como consecuencia de lo anterior gran cantidad de cárcavas.
- El principal río (estacional) "El Salado" es contaminado con aguas negras.
- La presa Luis Espinoza de los Monteros está inhabilitada.
- La población joven no tiene opciones de trabajo, la industria no existe, el comercio es incipiente, el campo no es rentable.
- La máxima casa de estudios es un Bachillerato Tecnológico, la juventud si quiere estudiar tiene que salir del municipio.
- No existen grandes opciones para la cultura, no se cuenta con teatro, cine, museo, galerías etc.

- Las comunidades no cuentan con todos los servicios públicos como agua potable, pavimentación, drenaje, alumbrado público, mercado y hospital.
- Más de la mitad de la población no cuenta con primaria terminada.
- La mayor parte de la población no cuenta con un trabajo formal y estable, combina las actividades del campo con un oficio ya sea de oficial o de ayudante de albañil, carpintero, plomero, electricista, obrero, etc.
- La organización existente de los productores agropecuarios es por medio de la asamblea de ejidatarios, que en muchos casos es solamente de membrete y con fines electorales.
- Las experiencias en planes y programas que promueven el desarrollo agropecuario han sido aisladas e insuficientes, generalmente en periodo de elecciones.
- El combate a la pobreza extrema por parte de autoridades municipales es insuficiente aún en el Programa de Desarrollo Municipal (Segundo informe de gobierno, 1998).

Ante el panorama anterior tan desolador, pero real, la pregunta que me hice como planificador fue ¿qué se puede hacer por el agro y sus productores? El producto de la reflexión fue lo siguiente:

- Presentar opciones de mejoramiento para la producción y ecología del lugar.
- Buscar ayuda en el gobierno local, estatal y federal.
- Motivar la participación social, siempre de manera voluntaria y con autonomía en la toma de decisiones.
- Paralelamente con lo anterior desarrollar programas de salud, educación y cultura.
- Programas permanentes de capacitación y evaluación de las propuestas de mejoramiento ecológico y de producción.

CAPITULO IV

FÓRMULACION, DESCRIPCION Y
FUNDAMENTACION DE ALTERNATIVAS.

4.1 JUSTIFICACION DE LAS ACCIONES

Hueypoxtla es un municipio donde las actividades industriales y de servicios no representan oportunidades de ocupación y fuentes de ingresos para la población, por lo que los jóvenes se ven obligados a buscar opciones laborales fuera del municipio, este fenómeno provoca que las actividades en el sector primario estén a cargo de las personas mayores de edad presentándose en los últimos 30 años un gradual abandono del campo, producto por un lado de la baja productividad y por el otro de la rentabilidad de los productos agropecuarios, que han decrecido 50% de su valor real en los últimos 10 años.

Ante esta situación el deterioro ecológico que se presenta en la actualidad es grave, se necesitan de propuestas viables, ingeniosas y al alcance de la mayoría de los productores, por lo que después de un exhaustivo análisis propongo las siguientes acciones de mejoramiento ecológico y de producción.

- 1.-CONSTRUCCION DE PEQUEÑAS REPRESAS
- 2.-EXPLOTACION INTENSIVA DE NOPAL VERDURA
(*Opuntia ficus - indica*). BAJO MICROTUNEL.
- 3.- APROVECHAMIENTO DE MAGUEY (*Agave salmiana*)
PARA RECUPERACION DEL SUELO.
- 4.- INICIAR EL CULTIVO DEL CHININCUIL GUSANO ROJO DEL MAGUEY
(*Cossus redtendbacheri, hamm*).

Estas propuestas están diseñadas para implementarlas en el municipio de estudio, cumplen con los siguientes aspectos:

- Justificación, en este punto diremos el porque de cada opción de mejoramiento.
- Impacto, en este aspecto diremos como repercutirá en diferentes niveles como lo es el social, rescate de valores. Ecológico, mejoramiento del medio ambiente. Producción, aumento en la producción.
- Participación, es de suma importancia para la realización de estas opciones, sin la participación voluntaria y democrática de los productores, éste trabajo será uno más y quedará en el papel.
- Viabilidad, aquí se considera, el potencial, apoyos y financiamiento para las opciones.
- Costo. Se presentan presupuestos para cada propuesta.

En la siguiente página se presenta en forma concentrada las opciones de mejoramiento que propone el presente trabajo.

4.2 CONSTRUCCION DE PEQUEÑAS REPRESAS

4.2.1 GENERALIDADES

De todos los dones de la naturaleza, ninguno es más indispensable para el hombre que la tierra. Esta mezcla compleja de materia animal, vegetal y mineral, es uno de los cuatro elementos primarios indispensables para la vida. Junto con la luz solar, con el aire y con el agua. La lluvia y el viento han transportado sus partículas de uno a otro sitio, en su batir constante contra la superficie de la tierra. De este modo se han abierto cauces de arroyos y de ríos, se han formado deltas, y se han transformado gradualmente panoramas enteros.

El equilibrio entre la erosión del suelo y la formación de nuevas tierras, fue alterada casi desde el momento mismo en que el hombre empezó a cultivar la tierra. Al eliminar la vegetación nativa y roturar la superficie de la tierra, aceleraron inconscientemente el grado de remoción del suelo.

Sólo cuando la densidad de población obligó a que se cultivaran las laderas empinadas y los terrenos inestables, fue que la gente empezó a constatar vagamente, que la tierra puede desgastarse con rapidez por la acción de la lluvia y del viento.

La erosión laminar, aunque menos ostensible, no es por ello menos importante. Esta forma de erosión es particularmente perjudicial, porque ataca primero el suelo superficial; un desgaste semanal de un metro cúbico de suelo en una Ha. de terreno apenas se notaría pero si este desgaste continuara por treinta años o por toda una generación la pérdida llegaría a más de treinta cm de suelo de toda la superficie. En muchas partes, sólo este horizonte superior de la tierra sirve para el cultivo, por lo que, si se perdiera sería muy difícil subsistir en esos lugares.

La aceleración de la erosión, debida a cambios producidos por el hombre, ha provocado formaciones terrestres erosivas y otras condiciones, que son definitivamente anormales, como son las cárcavas o zanjas, los subsuelos descubiertos por la erosión laminar, los derrumbes, las represas y los cauces de los ríos obstruidos por sedimentos. Todo ello evidencia de que la **erosión es acelerada**. La erosión puede comenzar en pequeños surcos o zanjas de pocos decímetros, llegando a formar grandes desfiladeros o cárcavas de dimensiones bastante considerables, desapareciendo terrenos de cultivo y hasta poblados enteros. La erosión puede transformar una región haciéndola improductiva y por eso mismo debemos de trabajar en unión con la naturaleza para conservarla ya que de ella depende la prosperidad de cualquier país.

Además de los múltiples problemas en el municipio de Hueyoptla, existe un alto grado de erosión por un lado y por el otro una gran escasez de agua para desarrollar óptimamente cultivos agrícolas y en época de sequías hasta para mantener el poco ganado existente. Para frenar la erosión y al mismo tiempo retener agua con fines de producción agropecuaria. Se propone construir una pequeña represa con mínimo de inversión, con materiales de la microregión e iniciar el mejoramiento en la producción y el entorno ecológico.

El panorama de las regiones áridas o semiáridas tiende a ser angular. En las regiones semiáridas generalmente se tiene poca vegetación por lo cual los materiales del suelo y del subsuelo son removidos, estos por lo general van hacia la cárcava por las cuales corre agua que socava las tierras de manera incansable.

Los factores que determinan la velocidad de avance de la cárcava son:

- GROSOR DEL PERFIL DEL SUELO O LA PROFUNDIDAD A LA QUE SE ENCUENTRA
LA ROCA DURA.
- CONSISTENCIA DEL SUBSUELO.
- INCLINACION DEL FONDO DE LA CARCAVA.
- CANTIDAD DEL MATERIAL TRANSPORTADO POR LA CORRIENTE.
- TIPO DE PRECIPITACION (TORRENCIAL).

Lo que hace que la cárcava crezca es la socavación y el derrumbe de sus paredes. La socavación se presenta en regiones que van desde lomeríos a montañosos, y el desgaste se enfoca en el fondo de sus cauces mientras que el derrumbe de las paredes se produce en lugares con menos protuberancias. El agua actúa principalmente a los lados de la cárcava ya que las corrientes serpentean. Las causas de estos derrumbes son los hoyos de animales cavadores, las raíces descompuestas y por las hendiduras.

Para combatir la erosión, se puede recurrir desde cultivos resistentes a la erosión o reconstrucciones del suelo, desviar las aguas que fluyen a las zanjas y construir nuevos sistemas de terrazas y canales de desagüe para prevenir el escurrimiento, hasta el empleo de procedimientos más expeditos, como el que se propone en el presente estudio.

La finalidad del presente trabajo es la de exponer las implicaciones que puedan tener el que se continúen la realización de obras como las que, en un momento dado, se le han nombrado "bordos de almacenamiento", el cual (Arteaga, 1985:5), define como aquél aprovechamiento cuya cortina de tierra es de sección homogénea u homogénea modificada con altura igual o menor de 15 m. y capacidad máxima de tres millones de metros cúbicos.

El proyecto se realizó basándose primeramente en estudios previos en los que se contemplaron, los aspectos topográficos e hidrológicos para determinar su viabilidad. A continuación se determinó el diseño de la cortina, así como de su vertedor de demasias. Todo ello empleando los pocos recursos y materiales disponibles. Se pretende finalmente mostrar los beneficios que implica el contar con agua en una región que como en las zonas semiáridas, el agua es la mayor limitante.

Como ejemplo de aplicación de conceptos, ideas y objetivos se tiene a la obra realizada en el Municipio de Hueypoxtla, Estado de México, en los terrenos del C.B.T. "Dr. Efraín Hernández Xolocotzi", sobre la carretera Hueypoxtla - Tianguistongo, construida con el apoyo de la Presidencia Municipal y recursos de la Institución. El bordo "El Tepozán" con fines didácticos y demostrativos busca más que nada mostrar a la población del municipio, la importancia que tiene la recuperación de tierras y el mejoramiento ambiental que

implica, con la esperanza de crear conciencia a la población para promover la rehabilitación de la presa "Luis Espinoza de los Monteros" inhabilitada desde 1985, aún con capacidad de funcionamiento y de gran beneficio general.

Debe tomarse en cuenta que la presente obra es un caso particular, en el que para aplicarlo a otras regiones, al igual que en ésta, se deben realizar sus propios estudios, determinando sus características particulares para poder aplicar las ideas expuestas.

4.2.2 ESTUDIO DE VIABILIDAD.

Antes de iniciar cualquier actividad es necesario un estudio previo basado en información existente y asesorado por personal calificado, a esta parte se nombrará estudio de viabilidad la cual puede componerse de los siguientes aspectos:

ESTUDIO DE RECURSOS: Tierra, Agua y Clima; los cuales se retomarán mas adelante.

ESTUDIOS AGRONOMICOS: Cuando una de las finalidades de la represa, es la de riego, no debe descuidarse el aspecto agronómico, para lo cual debe evaluarse el estado actual de la agricultura, la sociedad agrícola y predecirse el estado futuro.

Para determinar los anteriores aspectos se deben analizar:

Las prácticas agrícolas actuales, abarcando: número y tamaño de las propiedades, extensiones cultivadas y regables, métodos agrícolas, número y tipo de maquinaria, costos de producción y rendimientos por Ha, entre otras.

El cambio social. Los factores que se deben tomar en consideración son el nivel de alfabetización y los conocimientos agrícolas, los conocimientos existentes en lo que se refiere a la agricultura de regadío y las actitudes hacia el cambio.

El estado futuro de la agricultura. En caso de proponer nuevos cultivos, es necesario validarlos, lo cual incluye desde su adaptación a suelo y clima, necesidades de agua, acceso a mercados, capacitación, asesoramiento a campesinos y recursos económicos (Withers y Stanley, 1982:30-31).

ORGANIZACION Y ADMINISTRACION: La administración es esencial desde la fase de construcción como la de funcionamiento de la represa. Para la fase de construcción es necesaria una programación crítica en el tiempo, sobre todo si el sistema es nuevo, tomando en cuenta las especificaciones y las dificultades que se pueden presentar en el sitio de construcción, se necesita de flexibilidad para enfrentarse a los eventos impredecibles conforme avance el proyecto.

En el buen funcionamiento del proyecto es importante determinar las prioridades de uso del agua almacenada para riego, uso doméstico, abrevadero, etc.

-INGENIERIA. Arteaga (1985:5-6), nos dice que para el estudio y la construcción de las presas de tierra y enrocamiento de gran magnitud para fines de irrigación, son empleados métodos técnicamente completos y precisos. "En cambio en obras pequeñas de capacidad reducida, cuyas cortinas no exceden los 5 m. de altura, por lo general se usan procedimientos expeditos para su estudio y prácticos para su construcción, siendo mínima la técnica aplicada."

Por otro lado Withers y Stanley (1982:23-36), nos indican que en la investigación del estudio de viabilidad, deben incluirse datos sobre los recursos, las condiciones del sitio, las cuestiones legales y todos los demás factores que influyen en el diseño de la obra de ingeniería. Se presentan proposiciones para la captación del agua, su conducción y su distribución, así como también para los sistemas de drenaje y las estructuras asociadas.

ASPECTOS FINANCIEROS Y ECONOMICOS: Los cuestionamientos básicos para que sea viable el financiamiento de la represa son:

¿Habrán fondos suficientes para terminarla?

¿Habrán fondos para hacerlo funcionar eficientemente?

¿Los beneficios financieros y sociales se justifican?

Los beneficios ecológicos y de riego, son sociales y económicos; algunos de ellos son directos, otros indirectos, algunos son calculables, otros intangibles. (Withers y Stanley, 1982:37-38).

4.2.3 ANTECEDENTES.

Con el objetivo de aprovechar mejor el agua de lluvia, principal factor limitante en áreas de temporal, se han venido probando diferentes técnicas para su captación en la mayoría de los países de zonas áridas y semiáridas. Dichas técnicas tienen la finalidad de encontrar un óptimo aprovechamiento de la lluvia mediante un manejo adecuado del suelo y del agua misma, esto es, coleccionar y concentrar ésta en la zona de las raíces, en tal forma que sea mejor aprovechada por las plantas, las cuales requieren para su desarrollo de un cierto volumen de agua y suelo, así como de condiciones ambientales favorables, logrando una reducción en los riesgos de producción.

El origen de las técnicas de captación de lluvia se remonta hasta la primera mitad de la Edad de Bronce (2100-1900 a. C.). En esa época, los habitantes del desierto del Négev empleaban técnicas muy rudimentarias, pero lo suficientemente efectivas para captar las

escasas lluvias y utilizar el agua con fines de consumo humano y de abrevadero, en otras ocasiones la captación era con fines agrícolas (Hernández, 1981:2).

Las presas de tierra, se han usado desde los primeros días de la civilización, prueba de ello son los restos que sobreviven de las antiguas estructuras.

La presa de tierra continúa siendo el tipo más común de presa pequeña, porque en su construcción se utilizan materiales en su estado natural, con un mínimo de tratamiento y gasto económico.

En la antigüedad se construían bordos de tierra en China, el material lo acarreaban los hombres dentro de "chundes" cargados sobre la espalda y las mujeres lo compactaban con los pies o por medio de otros procedimientos manuales. En la antigua Mesopotamia (actualmente Irak), a las orillas de los ríos Tigris y Eufrates se contaban con bordos y obras de irrigación. Además, sin duda se efectuaron trabajos de este tipo en la construcción de las Pirámides de Egipto, en el encauzamiento de las inundaciones del Nilo sobre las tierras de cultivo, en los Templos de Babilonia, en la Gran Muralla China, en los acueductos y carreteras del Imperio Romano y en los trabajos del desplante y construcción de nuestras Pirámides y Templos Precortesianos, (Lopez, 1959:1-2).

Se sabe que en la época precolombina, los Zapotecos desarrollaron técnicas en la región de Oaxaca y los Alcolhuas en Texcoco, para lo cual utilizaban terrazas con el fin de aprovechar integralmente el suelo y el agua de lluvia.

Pero, según parece éstos trabajos se hacían al azar, esperando únicamente buenos resultados. Es posible que se repitiera un mismo tipo de construcción que resultaba estable hasta que se llegara a un lugar inadecuado para éste tipo de construcciones, fallando su modelo. Es muy probable que sus trabajos prosiguieran así, de manera empírica, pasando los conocimientos de artesano a artesano o de padres a hijos. Todavía recientemente se realizan trabajos de terracería de una manera empírica o semi - empírica (Hernández, 1981:3-7).

Las fallas que origina el construir una represa de manera empírica, obligaron a darse cuenta de que éstos métodos deben reemplazarse por procedimientos racionales de ingeniería, tanto en el proyecto, como en la construcción.

Las presas de tierra se construían hasta alturas que sobrepasaban los 500 pies arriba de sus cimentaciones, así, cientos de grandes presas de tierra compactada se construyeron los pasados 20 años sin fallas, pero las fallas de presas pequeñas continúan siendo cosa común, es probable que algunas de éstas fallas sean resultado de un mal proyecto o falta de cuidado en la construcción. Los métodos correctos de construcción incluyen la preparación adecuada de la cimentación, así como la colocación de materiales con el grado necesario de compactación, siguiendo un procedimiento establecido de prueba y de control, (Arthur, 1974:20-28)

Arthur (1974:29-35), también nos señala que "El proyecto de una presa de tierra debe apegarse a la realidad. Debe acusar las condiciones reales del emplazamiento en que se construye y los materiales de construcción de que se dispone, y no debe copiarse, simplemente, algún proyecto que haya tenido éxito, usado en un lugar en condiciones diferentes".

Se conocen también muchos bordos y pequeñas presas de tierra aquí en México, que se construyeron a principios de este siglo, en los que se observa con frecuencia un desplante inadecuado, taludes con pendientes muy fuertes y a veces sin ninguna protección, y una compactación muy deficiente. En 1940 se construían bordos de defensa o diques a lo largo del Misisipi con taludes muy tendidos y sin compactar, (Yepez, 1959:1-2).

Se notaron algunos adelantos en los conceptos teóricos, provocando el desarrollo de las vías férreas y carreteras en Suecia, Estados Unidos, Inglaterra, Rusia, Francia y Alemania donde se construían terraplenes y se hacían excavaciones o tajos con taludes de importancia; en la construcción de presas para fines de riego tanto en Europa como en los Estados Unidos y otros países Latinoamericanos. Desde el siglo XVIII ya se había observado que los bordos de tierra se comportaban mejor cuando se les daba una compactación artificial; se sabe también que en Inglaterra se compactaban algunos bordos de tierra haciéndoles pasar un rebaño de cabras o de ganado mayor.

En Europa se empezaron a usar rodillos lisos para la compactación de terracerías desde mediados del siglo XIX; y no es difícil que emigrados de allá hayan introducido esa práctica en California donde se observó por primera vez en 1860. Todo esto parece que condujo a la invención del rodillo "pata de cabra" en 1905. A pesar de éstas observaciones y adelantos, la compactación de los rellenos de tierra todavía no se consideraba indispensable.

Se continuaron construyendo terraplenes y presas de tierra sin ninguna precisión de criterio, algunas terracerías se construían con material seco, otras en capas de 1.50 m. de espesor y otras con material humedecido o como salía de los bancos de préstamo que podía ser seco en regiones desérticas o muy húmedo en regiones donde la precipitación es fuerte. El criterio utilizado en el diseño y construcción de terracerías continuaba siendo de tanteo. Aún en nuestros días se sigue llevando a cabo en algunas zonas marginadas (Yepez, 1959:3-4).

En México en 1954 a través de la SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería) se crea un plan de construcción de pequeñas obras de captación y derivación de los escasos y eventuales escurrimientos de aguas broncas de relativa periodicidad, creándose la Dirección General de Ingeniería Agrícola. Posteriormente en 1972, Mediante el plan presidencial "Benito Juárez" se sigue con la construcción de este tipo de obras (Arteaga, 1985:7).

Los objetivos que pretenden lograrse con la construcción de las obras hidráulicas, según Palacios (1980:7), son principalmente aumentar, mejorar y asegurar la producción agrícola,

procurando el máximo aprovechamiento de los recursos hidráulicos del país, dicho incremento se podrá lograr mediante la regularización del régimen de humedad del suelo, proporcionando el agua, sólo cuando el cultivo la necesite y desalojando los excesos para evitar daño a las plantas.

4.2.4 DATOS GENERALES.

Como marco de referencia para nuestra obra, se tomaron los siguientes datos que proporciona el INEGI (1987), referente al estado de México:

Este municipio pertenece a la región hidrológica No. 26, el arroyo principal que lo cruza El Salado, que es el lecho de un río seco (por Decreto Presidencial del 21 de Julio de 1954 existe una veda rígida en la excavación de pozos), teniendo terrenos de lomerío que pertenecen a la provincia fisiográfica del Anahuac.

El suelo predominante es el Feozem calcáreo: suelo con profundidad de 0-22 cm color pardo oscuro en húmedo, con una textura migajón arcillosa, adhesividad y plasticidad ligera y porosidad moderada.

La posibilidad de uso agrícola es muy variada, teniendo desde terrenos aptos para el desarrollo de agricultura mecanizada estacional, hasta terrenos no aptos para el desarrollo de ningún tipo de utilización agrícola, pero en general, presenta una aptitud baja para el desarrollo de cultivos, con baja aptitud para la labranza y no apta para la aplicación de riego, con un régimen semiseco de humedad disponible, predomina la agricultura de temporal con tracción animal continua.

El aprovechamiento de la vegetación natural es únicamente para el ganado caprino y la posibilidad de uso forestal es nula.

4.2.5 ESTUDIOS PRELIMINARES

En toda obra deben de realizarse inspecciones del lugar con la finalidad de determinar la factibilidad técnica y económica de la represa, estableciendo las fuentes de aprovechamiento y los probables sitios de las estructuras. Se deben recabar el mayor número de datos correspondientes a la época de lluvias, magnitudes aproximadas de los escurrimientos, y de las corrientes aprovechables, materiales disponibles, afectaciones a propiedades, beneficios, vías de comunicación etc. Con ello determinar tanto localización del vaso, su capacidad, vertedor de demasías y estructura, como sus usos y sus posibles beneficios.

Una vez tomado en cuenta lo anterior y determinándose las condiciones apropiadas, se procedió a integrar dentro de su programa de obras la construcción de la represa, buscando mas que nada poder contar con una fuente de abastecimiento de agua para cubrir los requerimientos de las pequeñas parcelas didácticas.

4.2.6 ESTUDIOS TOPOGRAFICOS.

LEVANTAMIENTO DE LA CUENCA.

El levantamiento de la cuenca se hace para determinar la superficie de la misma y forma de concentración de las aguas, con el fin de utilizar estos datos como base para el estudio hidrológico del proyecto (Arteaga, 1985:9).

Para el levantamiento se inició con la localización del parteaguas, posteriormente, debido a que se carece del equipo topográfico necesario se elaboró un croquis con las dimensiones aproximadas, así mismo con la localización y formas de los principales escurrimientos.

LEVANTAMIENTO DEL VASO DE ALMACENAMIENTO.

Este trabajo se efectuó para determinar la capacidad y el área inundada a diferentes alturas de la cortina así como de las pérdidas por evaporación (que en nuestra zona son altamente significativas).

Aunque este aspecto se desarrolló totalmente de forma empírica, se realizó tomando en cuenta mas que nada, el área de erosión de la cárcava y movilizandolos materiales de su contorno para ampliar el área del vaso y para la construcción de la cortina, nivelándose ésta con clisímetro.

El plano se dibujó a una escala de 1:250, siendo la equidistancia de las curvas de nivel de 0.5 m., se cubió la capacidad del vaso, aplicando el procedimiento de las áreas obtenidas y elaborándose la curva de área capacidades.

LEVANTAMIENTO DE LA ZONA DE RIEGO.

Aunque la configuración y área del terreno probable de riego debe realizarse con plancheta, ésta se realizó con ayuda de la cinta métrica y del clisímetro, tomando como referencia el vaso de almacenamiento señalándose las colindancias; carreteras y caminos y la línea de conducción eléctrica que pasa por el lugar. Después de lo anterior se determinó una superficie probable de riego de: 00-50-00 Has.

4.2.7 ESTUDIOS HIDROLOGICOS.

Se efectúa una investigación hidrológica para evaluar los recursos hidráulicos disponibles para el proyecto propuesto. Para ello, se requieren registros a largo plazo de corrientes fluviales y calidades de las aguas. En muchos casos esos registros no existen y los datos históricos tienen que estimarse a partir de informaciones relacionadas, tales como los registros de precipitaciones para la captación o registros de corrientes de ríos cercanos (Withers y Stanley 1982:25-26).

Dentro de los procedimientos habituales que se siguen para la elaboración de los estudios hidrológicos de las presas y vasos de almacenamiento, se pueden enumerar el Método Directo y el Método Indirecto.

El Método Directo implica un conocimiento preciso de los datos de los distintos escurrimientos, aportados por estaciones de aforo, con períodos de observaciones amplios, que permiten predecir de forma aproximada el comportamiento de las corrientes en lo sucesivo. Este método indiscutiblemente es el que arroja los datos más cercanos a la realidad, pero debido a que en la mayoría de estas obras no se disponen de datos ni de estaciones de aforo.

Se tiene que recurrir al Método Indirecto, que es el que se utiliza cuando se carece de datos de aforo, y consiste en deducir el régimen de la corriente en función de la precipitación del área de la cuenca y el coeficiente de escurrimiento (Arteaga, 1985:13). Este método aunque menos preciso que el anterior puede arrojar resultados aceptables si los factores que están en juego son determinados con suficiente precisión y buen juicio. En nuestro caso particular, en el municipio de Hueyopxtla, no se cuenta con datos de ningún tipo, por lo que fue necesario emplear el Método Indirecto.

Se realiza, además, un balance hidrológico, el cuál consiste en comparar los valores estimados de la evapotranspiración potencial con el aporte de agua, ya sea por precipitación, agua freática que contribuya al abastecimiento de agua en la zona radicular y el rocío o condensación del vapor acuoso, para que de acuerdo a las diferencias se estime la periodicidad de riego.

En este punto cabe mencionar las pérdidas de conducción, ya que éstas pueden afectar al regar, por no satisfacer las necesidades de nuestro cultivo.

Dichas pérdidas tienen diferentes causas, las principales son:

- a). - **Pérdidas por evaporación:** Es poco lo que se puede hacer para disminuirlas.
- b). - **Pérdidas por infiltración:** Se pueden disminuir mediante un revestimiento con material impermeable, reduciendo el perímetro mojado, disminuyendo los recorridos del agua, etc.
- c). - **Pérdidas por fugas:** Revisar periódicamente los sellos de las compuertas.

d). - **Pérdidas por manejo del agua durante la operación:** Evitar emplear más agua de la necesaria, procurar que ningún canal se rompa y evitar que se vierta demasiada agua por derramaderos.

PRECIPITACION PLUVIAL

Se denomina así a la condensación del vapor acuoso atmosférico y la consecuente formación de gotas de tamaño tal que por gravedad descienden hasta la superficie de la tierra.

Parte de esta agua es interceptada por la vegetación según la forma de las hojas y tamaño, otra cantidad se infiltra en el suelo y el resto escurre sobre la superficie o se evapora, otras características físicas que afectan la velocidad de infiltración son la textura, la estructura del suelo, la pendiente y la compactación, así como la intensidad, duración y frecuencia de la lluvia.

En el balance hidrológico interesa la parte de la precipitación pluvial que puede ser utilizada por las plantas en el proceso de la evapotranspiración (precipitación efectiva).

EVAPOTRANSPIRACION

En general, el valor de la evapotranspiración potencial es superior al valor total de la evapotranspiración real de los cultivos; por definición (según Penman, citado por Palacios, 1980:13-14), la evapotranspiración potencial de los cultivos es el consumo de agua de un cultivo (tipo gramínea) en crecimiento activo y que nunca le falta agua, esto raras veces se presenta en la práctica.

Se debe recordar que la estimación del balance hidrológico se hace comparando la precipitación pluvial con la evapotranspiración potencial, lo difícil es el cálculo del último punto, ya que esta, por lo general, se tiene que basar en datos meteorológicos (en caso de contar con ellos), ya que es difícil conseguir lisímetros o evapotranspirómetros.

VOLUMEN MEDIO ANUAL DE ESCURRIMIENTO.

Es la suma de los escurrimientos medios que se consideran puedan presentarse anualmente en el punto elegido para la obra en proyecto.

El volumen anual de escurrimiento se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{V}_m = A_c P_m C_e$$

Donde:

\bar{V}_m = Volumen medio anual de escurrimiento (m^3).

A_c = Area de la cuenca de captación (m^2).

P_m = Precipitación media anual (m).

C_e = Coeficiente de escurrimiento.

AREA DE LA CUENCA.

Debido a que nuestro trabajo esta enfocado a pequeños productores con pequeñas áreas, es poco práctico y significativo recurrir a las cartas topográficas estatales elaboradas por el INEGI, tampoco a las cartas municipales y/o ejidales, esto es principalmente a la imprecisión con que la mayoría de ellas son elaboradas, pero no se descarta su utilización. Sin embargo, se puede calcular el área de forma directa a base de cinta métrica por lo pequeño que puede llegar a ser la cuenca, pero en caso de ser ésta ultima opción inoperante, será necesario recurrir a las cartas disponibles.

El área de la cuenca es de: 80,000 m².

PRECIPITACION MEDIA ANUAL.

Para recabar este dato comúnmente se retoma de las estaciones meteorológicas. Cuando no se cuenta con estaciones meteorológicas en la cuenca ni cercanas a ella como es nuestro caso, donde se recurrió a las cartas topográficas estatales del INEGI, donde mediante las isoyetas que pasan por el municipio se determinó una precipitación media anual de: 500 mm.

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO.

Se podrá determinar en campo el coeficiente de escurrimiento que deba adaptarse en cada caso particular, bien sea deducido por determinación directa, por el método de comparación o por determinación práctica.

Como ya se dijo anteriormente, no se disponen de estaciones de aforo, ni hidrométricas, ni tampoco de algún marco de referencia, por lo que se utilizó el método de determinación práctica que se calculó tomando en cuenta la vegetación, superficie de la cuenca y precipitación.

TOMANDO EN CUENTA LA VEGETACION.

Clase de terreno.	Coeficiente de escurrimiento %
Terrenos cultivados con pastos.	De 1 a 30
Areas boscosas.	De 5 a 20
Terrenos sin cultivo.	De 25 a 50

TOMANDO EN CUENTA LA SUPERFICIE DE LA CUENCA.

Extensión de la cuenca.	Coeficiente de escurrimiento %
Cuencas chicas hasta 10 km ²	20
Medianas de 10 a 100 km ²	15
Grandes de 100 a 500 km ²	10
Mayores de 500 km ²	5

TOMANDO EN CUENTA LA PRECIPITACION.

Precipitación	Coefficiente de escurrimiento %
Mayor de 1500 mm.	35 o Mayor.
De 1200 a 1500 mm.	15 a 35
De 800 a 1200 mm.	5 a 15
Menor de 800 mm.	<u>0 a 5</u>

De acuerdo a las tablas anteriores se obtiene el siguiente coeficiente de escurrimiento:
Coeficiente de escurrimiento (%).

Como nuestra cuenca tiene una superficie muy similares en terrenos de cultivo y terrenos no cultivados:

Por vegetación 25 a 50 Sin cultivo
1 a 30 Cultivados con pastos.

SUMAS 26 a 80

PROMEDIOS 13 a 40

Por vegetación. 13 a 40

Por superficie. 20 a 20

Por precipitación 0 a 5

SUMAS: 33 a 65

PROMEDIOS: 11 a 22

Por lo anterior, el coeficiente de escurrimiento queda comprendido en el siguiente rango:
11 a 22 %.

En base a la pendiente y permeabilidad que se detecte en la cuenca se empleará el rango inferior para terrenos con poca pendiente y alta permeabilidad y el rango superior para terrenos con mucha pendiente y baja permeabilidad. En nuestro caso se tomó el rango de 18%, debido a las características de nuestra cuenca.

Por lo que $C_e = 0.18$

Sustituyendo los valores para la fórmula del volumen anual de escurrimiento:

$$A_c = 80,000 \text{ m}^2.$$

$$P_m = 0.500 \text{ m.}$$

$$C_e = 0.18$$

$$V_m = 80,000 \times 0.5 \times 0.18$$

$$V_m = 7,200 \text{ m}^3$$

VOLUMEN APROVECHABLE DE ALMACENAMIENTO.

Se da el nombre de volúmen aprovechable de almacenamiento, al volúmen de escurrimiento, que es capaz de almacenar el vaso aprovechándose en las distintas finalidades para el cual fue creado.

No todo el volúmen escurrido en el período de tiempo considerado puede aprovecharse debido a las pérdidas que se tienen por evaporación y por filtración en el vaso, así como la variación del régimen de la corriente que origina derrames por el vertedor de demasías, ya que prácticamente, para tratar de aprovechar todo el escurrimiento, sería necesario proyectar una presa con una capacidad casi igual al volúmen máximo anual escurrido en el período de vida, por lo que la presa, la mayor parte de tiempo permanecería con un almacenamiento reducido, lo que se traduciría en una construcción costosa.

Esta situación aunada a la consideración de que la precipitación es un fenómeno aleatorio y que la probabilidad de que se llene el vaso depende de la lluvia, que es lo que finalmente produce el escurrimiento; se considera para este tipo de obras en general un valor entre 0.3 y 0.5 para el coeficiente K, que es la probabilidad de que el vaso se llene totalmente una vez cada dos años o dos veces cada tres años. (Arteaga, 1985:18-19).

El volúmen aprovechable se determina con la fórmula:

$$V_a = K \cdot V_m.$$

En nuestro caso, se eligió como valor de K el 0.4 debido a la aleatoriedad con que ocurren las precipitaciones en el área de la cuenca.

$$V_a = 0.4 \times 7,200 \text{ m}^3 \\ V_a = 2,880 \text{ m}^3$$

VOLUMEN MUERTO DE ALMACENAMIENTO.

Es la parte del volúmen de almacenamiento que se considera como no aprovechable, debido al azolve del vaso y a otras causas. Siendo el azolve una de las causas que limita la vida útil de estas obras en términos generales se considera que esta es de 15 años.

De las observaciones realizadas se concluye que se puede considerar un porcentaje medio anual de sedimentación del orden del 0.15 % del escurrimiento anual.

Para un lapso de 15 años el volúmen de azolve acumulado será:

$$C_a = 0.0015 \times 15 \times V_m.$$

Siendo C_a : la Capacidad para azolves en el lapso de 15 años.

V_m : el volúmen escurrido medio anual en m^3 .

Para nuestro trabajo $C_a = 0.0015 \times 15 \times 7,200 \text{ m}^3 = 162 \text{ m}^3$.

VOLUMEN UTIL DE ALMACENAMIENTO.

El volúmen útil de agua que se debe almacenar en el bordo, es la suma de las cantidades de agua requerida para las distintas finalidades de utilización, cabe mencionar que un proyecto tendrá un objetivo doble o múltiple. Por esta razón, las investigaciones pueden abarcar un gran número de materias, las cuales dependerán del tipo, tamaño y capacidad de la obra, dentro de los objetivos se pueden tener la de irrigación, agua para el ganado (mayor y/o menor), esparcimiento, almacenamiento para regulación de corrientes, conservación de agua, entre otras (Johnson, 1974:23-30).

La sumatoria de los volúmenes requeridos para los distintos objetivos (irrigación, abrevadero, uso doméstico, uso industrial, etc.), nos proporciona el cálculo del **Volúmen Útil de Almacenamiento Requerido**.

Volúmen necesario para riego: Para nuestro caso particular en donde el volúmen de agua almacenada es relativamente poca (alrededor de $2\ 880\ m^3$) y muchos los factores que reducen su volumen, el principal objetivo es la de irrigación y abrevadero, no descartando la posibilidad de una explotación piscícola.

Se ha estimado que una lámina bruta de $0.5\ m/Ha.$ satisface las necesidades de agua a medias (medio riego), de un cultivo normal, pudiendo considerarse que la otra mitad va a estar satisfecha por el temporal de lluvias, (nuestra área regable es de aproximadamente $00-50-00\ Ha.$, pudiéndose aumentar en un 40% con el empleo de un sistema de riego por aspersión).

Lo anterior significa que para estimar de una manera tosca y rápida, el volúmen de agua almacenada necesaria para una superficie determinada de medio riego, debe considerarse un volúmen indispensable de $5\ 000\ m^3$ por $Ha.$, salvo condiciones específicas en que se tengan estudios de suelos, cultivos, usos consuntivos, demandas reales, programa de cultivos, plan y sistemas de riego, se tomará en cuenta este valor para estimar el volumen necesario (Arteaga, 1985:20-21).

Volúmen para abrevadero: Una de las principales finalidades por las que se construyen este tipo de obras es la de abrevadero de ganado mayor y menor. El volúmen de agua necesario para este objetivo, va a estar en relación directa al número de cabezas de ganado y al índice de agostadero que sea capaz de soportar una superficie.

En relación a un estudio realizado de las condiciones reales que se presentan en la práctica y con el fin de simplificar los cálculos, mediante redondeo de las cifras, se estima conveniente la utilización de los valores siguientes:

Ganado Mayor:

40 Litros/C.G.M./día, que equivale a $15 \text{ m}^3/\text{C.G.M./año}$.

Ganado Menor:

15 Litros/c.g.m./día, que equivale a $6 \text{ m}^3/\text{c.g.m./año}$.

Las cantidades están redondeadas por encima de su valor real para compensar pérdidas no calculadas (Arteaga, 1985:21-23).

Para nuestro caso, como el principal y único objetivo inmediato es el de irrigación, nuestro Volumen Util de Almacenamiento será:

$$0.50 \text{ Has. } (5,000 \text{ m}^3/\text{Ha./cultivo}) = 2,500 \text{ m}^3.$$

VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO.

El volumen total de almacenamiento se obtiene multiplicando el Volumen Util de Almacenamiento por 1.25, que es el factor que le agrega un 20% de volumen inicial. El volumen total de almacenamiento se toma como parámetro para considerar la "Capacidad de Diseño de la Obra" y estableciéndose el nivel de aguas normales para embalse (N.A.N.E.), en la gráfica de áreas - capacidades siendo este, la elevación a que deberá situarse la cresta de la obra de excedencia o vertedor de demasías.

No se descarta la posibilidad de incrementar el almacenamiento en el vaso desde el punto de vista hidrológico y topográfico, e incrementar las posibilidades de los beneficios; en ocasión de presentarse el caso contrario, se abatirían los beneficios, para estar en concordancia con el almacenamiento máximo del vaso.

Nuestro volumen total de almacenamiento inicial aproximado será de:

$$V_{\text{T.A}} = 1.25 V_u = 1.25 \times 2,500$$

$$V_{\text{T.A}} = 3,125 \text{ m}^3.$$

A este valor lo redondeamos a $3,500 \text{ m}^3$ para poder tener de reserva inicial un 10% de agua disponible en la posibilidad de trabajar con otras alternativas. Este 10% es capaz de sostener a 25 cabezas de ganado mayor o 62 cabezas de ganado menor durante el año.

ESTUDIO DE AVENIDAS.

Arteaga (1985:23-24), nos define a la magnitud de una avenida por los niveles que alcanza el agua o por el volúmen de agua escurrida en cierto tiempo o duración del lapso. Considera el lapso en la siguiente forma:

Avenida Máxima Instantánea. Es el gasto máximo que escurre durante una avenida (Peak o pico de la avenida), por lo que pueden presentarse varias en un año.

Avenida Máxima Anual Instantánea. Se le nombra así a aquella avenida de mayor magnitud presentada durante el lapso de un año.

Avenida Máxima Instantánea Media Anual. Es el promedio de los resultados de la avenida máxima anual instantánea durante varios años.

Avenida Máxima Diaria y Máxima de 24 Hrs. La primera es la máxima avenida que pueda presentarse a lo largo de un día cualquiera. La segunda es la avenida acumulada durante las 24 Hrs. , siendo siempre mayor el gasto de esta última con respecto a la anterior.

Avenida Máxima Anual Diaria y de 24 Hrs. Es la mayor avenida máxima diaria y máxima de 24 Hrs. , que se presenta durante el año.

Avenida Máxima Anual Media de un Día. Es la media de todas las avenidas máximas anuales de un día por el número de años registrados.

Por otro lado Miller y Clark, de la Sección de Hidrología de Avenidas, del Bureau of Reclamation (1974:53), nos indican que la "**Avenida del Proyecto**" es la máxima avenida probable, que se define como la mayor avenida que puede esperarse razonablemente en una corriente determinada en un punto que se elija.

La determinación de la máxima avenida probable se basa en la consideración racional de las probabilidades de la ocurrencia simultánea de los diferentes elementos o condiciones que contribuyen a la formación de la avenida.

Los datos hidrológicos más directamente utilizables para determinar los gastos del control de avenidas son los registros directos de los aforos durante un largo tiempo de las corrientes en el lugar donde se va a construir el vaso de almacenamiento, sin embargo rara vez se disponen de estos datos.

También son empleados los datos sobre localización geográfica, potencial de las tormentas, área de drenaje, suelos y coberturas, precipitación media anual, área de la cuenca y las distribuciones de los escurrimientos.

También nos dicen que la determinación de la avenida máxima del proyecto se usa en la construcción de represas para determinar incluso el uso de vertedores de demasías de emergencia y determinar las descargas máximas.

Los métodos más usuales para la determinación de lo que Arteaga (1985:24), llama Avenida Máxima, son Los Procedimientos Directos, que son muy poco empleados sobre todo para obras de poca importancia como pueden ser las presas de tierra. Dentro de los Procedimientos Indirectos existen los siguientes métodos de:

- Sección y pendiente.
- Fórmulas empíricas.
- Envolverte de Creager.
- Envolvertes de gastos máximos y mínimos en la República Mexicana.

Estos son los métodos que más se utilizan en este tipo de obras, debido a que los factores que entran en función se acercan más a las condiciones reales existentes en la República Mexicana.

4.2.8 ESTUDIOS GEOLOGICOS.

Una vez provistos de cartas geológicas realizadas por el I.N.E.G.I., así como de documentarnos sobre la geología regional se determinaron los siguientes datos:

- Hay roca sedimentaria, de tipo arenisca, originadas de las rocas ígneas de tipo toba.
- No se detectaron fracturas ni fallas en el área donde se localiza el vaso.
- La agricultura que se practica es de temporal permanente anual.
- En lo referente a la erosión, se determinó que es hídrica moderada y fuerte.
- Presencia de vegetación de tipo matorral espinoso.
- La altitud es de 2280 m.s.n.m.

4.2.9 DISEÑO DE LA OBRA DE RETENCION.

DEFINICION.

Por lo general una cortina se define como la estructura que tiene por objeto cerrar un valle natural para efectuar la retención del agua en el mismo (Arteaga, 1985:59).

Un bordo de almacenamiento se define como aquel aprovechamiento cuya cortina de tierra es de sección homogénea u homogénea modificada con altura igual o menor de 15 metros y con capacidad máxima de 3 millones de metros cúbicos (Bautista, 1980:1-3).

CLASIFICACION.

De acuerdo al Ing. A. Coria de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, clasifica a las cortinas en cuatro tipos: Rígidas, Flexibles, Mixtas y Compuestas. Donde las cortinas de tierra entran en la clasificación de las flexibles y a los que la Secretaría de Agricultura y Ganadería los ha nombrado como "bordes de almacenamiento"

La cortina puede clasificarse de acuerdo al tipo de sección (la sección de una presa de tierra es la forma que resulta de un corte vertical y transversal al eje de la presa).

a). Sección homogénea: esta constituida en su mayor parte por un sólo tipo de suelo que proporciona simultáneamente la impermeabilidad y estabilidad necesaria.

b). Sección graduada: esta constituida por materiales con distinta permeabilidad y que se distribuyen de acuerdo a ésta.

c). Sección mixta: esta formada por un corazón impermeable, que contribuye poco a la estabilidad pero con respaldos muy importantes de enrocamiento de gravas y arenas de alta permeabilidad que aporta la mayor parte de la estabilidad (Bautista, 1980:4).

SELECCIÓN DEL TIPO DE CORTINA.

Las presas de tierra constituyen el tipo de presas más comunes, porque en su construcción intervienen materiales en su estado natural que requieren el mínimo de tratamiento. Es probable que las presas de tierra continúen prevaleciendo sobre los demás tipos para fines de almacenamiento, debido a que el número de emplazamientos favorables para las estructuras de concreto están disminuyendo como resultado de los numerosos sistemas de almacenamiento de agua que se han emprendido, especialmente en las regiones áridas y semiáridas, en las que la conservación del agua para riego es una necesidad fundamental. Los adelantos obtenidos en los equipos de excavación, acarreo y compactación de materiales terrosos, ha hecho el tipo de presas de tierra compactada tan económico que virtualmente ha reemplazado los terraplenes hidráulicos y semi - hidráulicos. Las presas de tierra compactada se subdividen en presas de un sólo material, o de varios, o con diafragmas. Las presas de tierra requieren estructuras complementarias que sirvan de vertedores de demasías; la principal desventaja de una presa de tierra es que, si no tiene suficiente capacidad, el vertedor de demasías puede dañarse y aún destruirse por el efecto erosivo del agua que llegue a rebasarla. También pueden tallar debido a las perforaciones hechas por animales cavadores.

Las presas de tierra del tipo compactado: en éste tipo se construye la principal parte del terraplén en capas sucesivas, compactadas mecánicamente. El material de los bancos de préstamo y el aprovechable de las excavaciones de las demás estructuras se utiliza en el terraplén, generalmente con camiones o escrepas. Luego se extiende con motoconformadoras o bulldozers y se humedece, si es necesario, para formar capas de

espesor reducido con la humedad óptima, que luego se compactan cuidadosamente y se unen con las capas anteriores por medio de rodillos movidos por tracción mecánica del tipo y peso adecuados. Las presas de tierra compactadas con rodillos son de tres tipos: de diafragma, homogéneas y de varios materiales.

En nuestro caso la represa es de tipo homogéneo, debido a que la tierra empleada para la cortina es de un sólo tipo de material, esto se hizo con la finalidad de bajar los costos, incrementar el área inundada de la cárcava, un mínimo de desplazamiento de materiales, empleo mínimo de equipo de construcción, fácil conservación, etc.

Presas de material homogéneo: están compuestas de un sólo material que debe ser lo suficientemente impermeable para formar una barrera efectiva para el agua y para la estabilidad los taludes deben ser relativamente tendidos para evitar la licuación. En una sección completamente homogénea es inevitable que las filtraciones emerjan en el talud de aguas abajo. Si el nivel del vaso se mantiene elevado por un tiempo suficientemente largo, al talud de aguas abajo, eventualmente lo afectarán las filtraciones a la altura aproximada de un tercio de la del vaso.

Las presas de sección homogénea se han venido reemplazando por sección homogénea modificada, en la que pequeñas cantidades de material permeable es utilizado para la construcción de estas.

CAUSAS DE FALLAS.

Para que una presa de tierra pueda funcionar correctamente, se deben cumplir los siguientes requisitos:

Que el gasto de filtración no afecte sensiblemente el volúmen de agua disponible en el almacenamiento.

Que las subpresiones no afecten la estabilidad de la estructura.

Que no haya peligro de tubificación.

Que los taludes sean estables, bajo las condiciones más severas de funcionamiento, a métodos reconocidos de análisis.

Que no haya ninguna posibilidad de que el agua se desborde por encima de la cortina.

Que la línea de saturación no corte el parámetro de aguas abajo.

Tomando en cuenta los trabajos de investigación realizados por el Dr. James L. Sherard, sobre el comportamiento de los materiales aplicados en la construcción de 60 presas de tierra de sección homogénea de más de 15 m de altura.

Nos indica las principales causas de fallas debidas a:

Agrietamiento: debiéndose a la inhabilidad del terraplén para seguir los asentamientos diferenciales que ocurren, teniendo como principales causas; al bajo contenido de agua durante la construcción, el empleo de materiales de construcción poco plásticos y a las laderas escarpadas o cambios de talud.

Tubificación: El fenómeno de la tubificación se define como el movimiento de material de la cimentación por la velocidad de agua de filtración al salir del suelo que se encuentra bajo la presa. Esto se presenta cuando las filtraciones a través de un suelo se dan con velocidades mayores del límite llamado "Velocidad Crítica de Arrastre". Este fenómeno se atribuye a material inadecuadamente compactado, a lo largo de los conductos de la obra de toma, en la unión entre el terraplén con la cimentación y las laderas, o a través de capas horizontales relativamente permeables, grietas por secado, galerías hechas por animales o fugas de los conductos de agua.

Deslizamiento de los taludes: La estabilidad de los taludes depende de la altura y taludes de la cortina, de la naturaleza del material del terraplén y la presión del agua en los poros. Sherard basándose en las observaciones efectuadas en varias presas correlaciona este fenómeno con el tipo de suelo con relación a su textura e índice de plasticidad.

4.2.10 DETERMINACION DE LA ALTURA MAXIMA.

Basándose en el volumen útil de almacenamiento requerido (1.875 m^3), en función de los beneficios que se pretenden, se puede obtener la altura máxima de la cortina por medio de la siguiente fórmula:

$$H = H_{NE} + H_V + H_{LB}$$

Donde:

H Es la altura máxima de la cortina.

H_{NE} Es la altura del nivel normal de embalse de la presa, con respecto al desplante de la Cortina.

H_V Es la carga sobre la cresta del vertedor de demasías.

H_{LB} Es la altura libre del bordo.

Determinación de H_{NE} .

Conocida la capacidad total de la represa o "Capacidad de Diseño de la Obra" ($V_{TA} = 2.880 \text{ m}^3$), el nivel de aguas normales de embalse (N.A.N.E.), obtenida de la gráfica de áreas capacidades. Para obtener esta gráfica se cubió el vaso por el método de las áreas medias correspondientes a cada cota.

TABLA DE DATOS PARA CURVA AREAS-CAPACIDADES.

ELEVACION m	AREA m^2	AREAS $A1+A2$	H/4 •	VOLUMEN PARCIAL m^3	VOLUMEN ACUMULADO
10.0	0				
10.5	216				
11.0	670	886	0.125	110.8	110.8
11.5	1,320	2,206	0.125	275.8	386.6
12.0	1,530	3,736	0.125	467.0	853.6
12.5	1,820	5,556	0.125	694.5	1,548.1
13.0	2,160	7,716	0.125	964.5	2,512.6
13.5	2,310	10,026	0.125	1,253.3	3,765.9
14.0	2,420	12,446	0.125	1,555.8	5,321.7
14.5	2,700	15,146	0.125	1,893.3	7,215.0

Observando la gráfica de áreas capacidades, se ve que el N.A.N.E., en función de la Capacidad de Diseño de la obra: ($V_{TA} = 2,880 \text{ m}^3$.) nos queda aproximadamente en la elevación 12.65.

Se decidió elevar la cresta del vertedor a la cota 13.5, teniendo la posibilidad de ampliar el volumen de almacenamiento en aproximadamente 900 m^3 disponibles para usos diversos. Como la elevación 13.5 nos da un volumen de $3,766 \text{ m}^3$ se hace la siguiente consideración: Se le resta un 25% (en lugar de 20%) de pérdidas para tomar en cuenta el azolve, evaporación y filtraciones del vaso:

Volúmen Total de Almacenamiento... $3,766 \text{ m}^3$.

Menos 25% de pérdidas..... 942 m^3 .

Volúmen Util..... $2,824 \text{ m}^3$.

Menos Volúmen de Riego..... $2,500 \text{ m}^3$.

Volúmen Para Usos Diversos..... 324 m^3 .

Debido a que el N.A.M.E. (Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias) se dejó en la elevación 13.5 el:

$H_{NE} = \text{N.A.N.E.} - \text{N (Desplante de la cortina)}$.

$= 13.5 - 10.0 = 3.5 \text{ m}$.

$H_{NE} = 3.5 \text{ m}$.

Determinación del H_v .

La carga sobre la cresta se calcula basándose en el gasto de la avenida máxima, pero debido a que no se cuenta con los datos para calcularla se estimó basándose en las dimensiones de la cuenca y de la obra en: $H_v = 55$ cm.

A esto, debe agregársele el Libre Bordo, que es la distancia vertical entre el N.A.N.E. y la corona de la cortina, calculándose con la siguiente fórmula:

$$H_{LB} = h + h'$$

Donde:

h = Distancia vertical entre el N.A.M.E. y la cresta de la ola = $2/3h'$.

h' = Bordo libre adicional que sirve de protección contra el ascenso del agua al reventar la ola.

h'' = Altura de la ola.

La altura de la ola (h''), se determina tomando en cuenta la velocidad del viento y el "Fetch" (distancia máxima entre la cola del vaso y la cortina, medida en línea recta sobre la superficie del agua del vaso). Para determinar la altura de la ola se empleó la fórmula de Hawksley y Henny:

$$h'' = (0.005 V - 0.068) F^2$$

Donde:

h'' = Altura de la ola en metros.

V = Velocidad del viento en Km/Hr. = 130 Km/Hr

F = Fetch en Km = 0.06 Km.

Sustituyendo:

$$\begin{aligned} h'' &= (0.005 * 130 - 0.068) 0.06^2 \\ &= (0.65 - 0.068) 0.245 \\ &= 0.14 \text{ m.} \end{aligned}$$

A continuación procedemos a calcular la altura de la cresta de la ola sobre el nivel de embalse que va a ser igual a $2/3$ de la altura de la ola:

$$h = 2/3h'' = 2/3(0.14) = 0.09 \text{ m.}$$

Como se necesita proporcionar un bordo libre adicional como protección al ascenso del agua al reventar las olas sobre ella y de acuerdo a la S.R.H., tomando en cuenta la velocidad del viento se marca un bordo libre adicional mínimo de 0.14 y máximo de 2.24 m.

Por lo, tanto tomando un valor cercano al mínimo, tenemos:

$$H_{LB} = 0.09 + 0.16$$

$$H_{LB} = 0.25 \text{ m.}$$

Por último, sustituyendo los valores de H_{NE} de H_v y de H_{LB} para determinar H (altura máxima de la cortina):

$$H = 3.5 + 0.55 + 0.25$$

$$H = 4.30 \text{ m.}$$

ANTEPROYECTO DE LA CORTINA.

Los criterios generales para el diseño de una presa son: altura de la cortina, propiedades mecánicas de los suelos, condiciones de cimentación, experiencias de obras ya construidas, suponer una sección fijando los taludes y el ancho de la corona y análisis de la estabilidad de taludes.

Se tienen establecidos límites seguros para la estabilidad de taludes de acuerdo a su altura.

ALTURA TOTAL EN METROS	ANCHO CORONA	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO
Hasta 6.00 m.	3.5	2.0:1	2.0:1
De 6.00 a 7.50 m.	4.00	2.5:1	2.0:1
De 7.50 a 9.00 m.	4.00	2.5:1	2.5:1
De 9.00 a 10.50 m.	4.50	3.0:1	2.5:1
De 10.50 a 12.00 m.	5.00	3.0:1	3.0:1
De 12.00 a 13.50 m.	5.00	3.5:1	3.0:1
De 13.50 a 15.00 m.	5.50	3.5:1	3.5:1

Fuente: Arteaga, (1985:67).

Para bordos menores de 5.5 m. de altura se estima que la sección propuesta es suficientemente estable y no requiere estudios especiales de estabilidad de taludes.

Toda cortina deberá considerarse desplantada en terreno resistente e impermeable, ligándose perfectamente tanto en la zona cauce como en las laderas. En caso de que la cimentación sea permeable, se deben proyectar dentellones de material impermeable con profundidad suficiente para llegar al nivel del estrato impermeable.

4.2.11 DISEÑO DEL VERTEDOR DE DEMASIAS.

La obra de excedencia o vertedor de demasías es la estructura capaz de regular y dejar escapar el agua excedente o de avenidas que no cabe en el espacio destinado para el almacenamiento. Según el Dr. A Casa grande y el Ing. Thomas A. Middlebrook (citados por Yopez, 1959:16), del 30 al 40% de las fallas han sido ocasionadas porque el vertedor de demasías no ha podido dar cabida a alguna avenida extraordinaria.

Comúnmente los excesos se toman de la parte superior del embalse creado por la presa y se conducen por un conducto artificial hacia un canal de drenaje natural, además de tener suficiente capacidad, debe ser estructuralmente adecuado y en un lugar estratégico, para

evitar que las descargas del vertedor no erosionen ni socaven el talud de aguas abajo, de la presa. (Hoffman, 1974:279-280).

Esta estructura es de suma importancia en la seguridad de nuestra obra, ya que evitará el rompimiento de la cortina, pudiendo ser más costosa su rehabilitación.

CLASIFICACION Y SELECCION.

Con el fin de aprovechar mejor la topografía y la cimentación donde se va a construir un vertedor, para su mayor economía y mejor funcionamiento, hay diversos tipos como los que enuncia Arteaga, (1985:72-74):

VERTEDORES DE CRESTA RECTA

- Económico o lavadero.
- Descarga directa.
- Canal lateral.

VERTEDORES DE CRESTA CURVA

- Abanico.
- Canal lateral.

Aunque existen otros tipos de vertedores como los que menciona Yépez, (1959:17):

- Vertedor de embudo (Morning Glory).
- Vertedor con compuertas.
- Vertedores de sifón.

Por economía, en los bordos de almacenamiento se construyen los Vertedores de Cresta recta.

En nuestro caso, se determinó la construcción del vertedor de lavadero, ya que es el más económico, el que más se utiliza en este tipo de obras y que es usado para abrevadero (jagüey) o almacenamientos pequeños, además es muy fácil de construir.

Factores que determinan la selección.

Para determinar el tipo de obra de excedencia, se requiere el estudio de varios tipos de vertedores, antes de que pueda ser aceptado alguno de ellos; toda obra de excedencia debe ser económica, segura y efectiva (Arteaga, 1985:72-73).

En lo que se refiere a economía del vertedor, se tiene que podría ser más barato si los materiales a utilizar se encuentran en cantidad suficiente y a una distancia razonable del lugar escogido. Es decir, es ventajoso tomar en cuenta todo recurso local posible para reducir costos sin sacrificar la eficiencia y seguridad del vertedor.

Por otro lado, la seguridad, que es un factor que determina la economía, debe buscar que el peligro que pueda existir aguas abajo, si la obra fallase, sea mínimo.

En lo referente a los materiales para la construcción de nuestro vertedor, se tienen los materiales adecuados para el terraplén y también reducimos los costos de transportación de materiales, ya que estaban en el lugar de la construcción.

El factor humano es otro punto importante en la elección, construcción, operación y mantenimiento de la obra, en nuestro caso, al no contar con mano de obra calificada, se recurrió al diseño de un vertedor menos complejo con respecto a obras con mayor dificultad, en la cual se requiere de mano de obra más fina y precisa, provocándose un aumento en los costos.

4.2.12 DATOS PARA LA CONSTRUCCION.

VIAS DE COMUNICACION.

Uno de los aspectos principales que deben tomarse en cuenta al proyectarse cualquier obra son las vías de comunicación. Si el objetivo es el de producción, es indispensable darle salida a los productos a menos que la obra sea para cubrir una necesidad local, este aspecto carecerá de importancia como lo podrían tener las obras de mayor magnitud. Para nuestra obra no se tiene dicho inconveniente, ya que se tiene al lado la carretera México - Tianguistongo.

MATERIALES.

Los materiales para la construcción de la presa es uno de los puntos de mayor importancia, ya que, esto definirá la resistencia, durabilidad, gastos para su mantenimiento, etc.

Una vez que se decide la localización de dicha presa, se realiza una exploración y estudio de los materiales de campo con que se va a construir, así mismo se localizan los bancos de préstamo.

La construcción de las presas de tierra se caracterizan por su facilidad y bajo costo, pero esto no quiere decir que se puedan realizar sin tener en cuenta un mínimo de estudios previos, o que se pueda hacer uso de cualquier material que se nos presente, se necesita también de cierto cuidado en la selección de los materiales para su construcción. Por ejemplo; las presas de tierra arcillosa tienen el inconveniente grave de agrietarse y desmoronarse mucho, provocando bastante azolve, pero son impermeables, así como la arena es demasiado suelta para formar bordos y ser muy permeables. Por lo tanto, la tierra de composición media será la mejor para estos casos; pero cuando la tierra con que se cuenta es de mala calidad, será preciso proteger la presa con una capa impermeable. Dicha capa protectora se pone por el talud aguas abajo, sobre todo cuando se temen crecientes, porque entonces el agua deslava la parte exterior, pudiendo ocurrir el derrumbe de la presa.

En tierras comunes, se puede proteger el perímetro con terrones de césped o plantar nopales para defenderlo del paso de animales (Ruiz, 1912, citado por Yepez 1959:11-12).

Aún en los bordos de sección homogénea, es aconsejable el colocarle una protección de roca principalmente, para proteger sus taludes.

Los principales materiales son:

- Material impermeable o tierra
- Grava y arena
- Rezaga
- Roca

Como hemos mencionado antes, nuestro bordo de almacenamiento es de sección homogénea, pero antes debieron realizarse exploraciones, muestreos y pruebas con los materiales.

Exploración:

Se realiza en el campo, a través de pozos en cielo abierto, la principal finalidad es localizar el material, clasificarlo a simple vista por medio de su estructura y textura y dividir las regiones exploradas en bancos de préstamo, posteriormente, calcular los volúmenes disponibles en cada banco y su distancia a la cortina, después se estudia la estratigrafía de los perfiles (sirve para determinar la forma de explotación, que puede ser por capas o integralmente), pues se determina la humedad en el campo; la humedad, además de ser un indicio de dureza, da una idea del grado de maleabilidad, así como su relación de vacíos, en este factor interviene la determinación de la abundancia de los materiales.

Muestreo:

Se hace en las exploraciones, de una forma integral o parcial, dependiendo del tipo de explotación. Cada muestra representativa se toma de 3 -5 Kg.

Pruebas:

Las pruebas que se les hace a las muestras en el laboratorio, determinan el coeficiente de permeabilidad y las propiedades que intervienen en la estabilidad de las presas de tierra que

son; peso volumétrico, cohesión, compresibilidad, grado de plasticidad, densidad y granulometría para su clasificación.

En esta clase de materiales hay mucha variación, ya que hay materiales que se comportan bien hasta sin compactación, es por eso que es necesario clasificarlos y conocerlos. (Yepez, 1959:13).

EQUIPO Y MANO DE OBRA.

Para el tipo de construcciones que se plantea, no se justificaría la compra de maquinaria especial, por lo que se sugiere su renta, además, para bajar el desembolso, se recomienda buscar el apoyo de las autoridades o instituciones correspondientes (para nuestra obra el H. Ayuntamiento de Hueypoxtla nos apoyó con el pago de 10 Hrs. del equipo y 600 Lt. de diesel).

Para esta obra se requiere la renta de un Bulldozer de 40 Toneladas, CATERPILLAR, con motor CUMMINS, 350 BIG CAM, tracción de oruga, con los costos que a continuación se detallan. No se incluye el pago de asesoramiento en estudios previos.

COSTOS DE CONSTRUCCION DEL "JAGÜEY DEL TEPOZAN"

CÓNCEPTO	CANTIDAD	COSTO U.	TOTAL
Renta del equipo.	24 Hrs.	N\$ 1000.00	N\$ 24,000.00
Combustible.	1,200 Lt.	N\$ 4.00	N\$ 4,800.00
Otros. (alimentación).	6 comidas	N\$ 40.00	N\$ 240.00
		SUMA =	N\$ 29,040.00

ORIENTACION

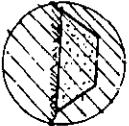
DATOS

C. CORONA
H. ALTURA DE CORTINA
Y. BASE DE CORTINA
X. ALTURA DEL VERTICE DENO

UBICACION

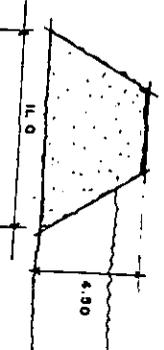
CBT. DE HUAYPOTLA
EDO. DE MEX.
ESCL: 1: 800
AORT: MTS

JAGUEY TELTEPOZAN-



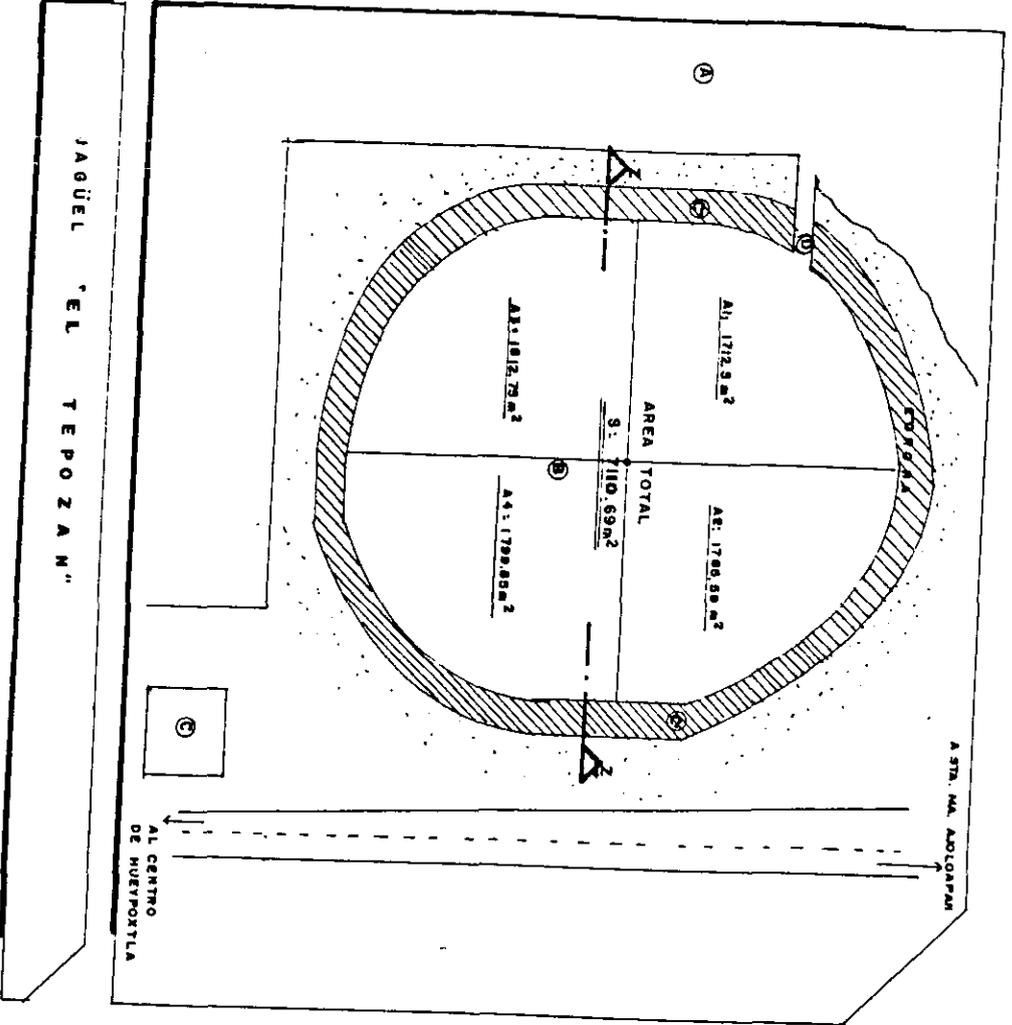
DETALLE I

CORTE Y-Y'

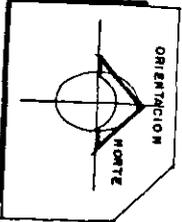


DETALLE I

S.E.



JAGÜEL "EL TEPOZAN"



DATOS

- A. ZONA DE RIEGO
- B. VASO
- C. ESTANQUE
- C'. CORONA
- D. VERTEDERO

UBICACION:

CBT. DE HUERFANTLA
 EDO. MEX.
 ESC: 1: 700
 ACOT: MTS

4.2.13 UTILIZACION

El principal objetivo que nos motivó para realizar la construcción del bordo "El Tepozán" fue el de darle un uso a una zona improductiva, como lo es una cárcava, evitando así un mayor deterioro con el paso del tiempo a los terrenos agrícolas, ya que seguirían siendo socavados por este tipo de erosión (pluvial), siendo preocupante en nuestra zona por la poca cantidad de suelo arable con que se cuenta, teniendo, además, otros beneficios, como son el captar la poca precipitación pluvial que se presenta en nuestra región, además de la captación del agua de lluvia, algo muy importante es el uso que se le dará a ésta posteriormente; de acuerdo al volumen de agua captada y de las principales necesidades en la comunidad, darle un uso como abrevadero, riego de auxilio, o usos domésticos en casos extremos. Una consecuencia a largo plazo, es el azolve de nuestro bordo de almacenamiento, el cual podría llegar a ser un área de cultivo recuperada.

CULTIVOS ACTUALES Y FUTUROS.

Para el desarrollo de cultivos agrícolas se necesita entre otras cosas de la disponibilidad de agua para garantizar su crecimiento. Un vegetal en alto porcentaje esta constituido por agua, e incluso para el adecuado manejo del suelo se requiere de cierto grado de humedad. Como uno de los principales objetivos que se pretenden en toda obra de almacenamiento de agua es la de aumentar y asegurar la producción agrícola, con un máximo de aprovechamiento del tan vital liquido, se plantean las preguntas ¿Se justifican tanto económica como ecológicamente la siembra de los cultivos tradicionales?. ¿Se justifica el consumo de agua por parte de la planta?. ¿Cuáles serían las mejores alternativas de cultivo?. ¿Deben introducirse nuevas especies o promoverse las especies nativas?. ¿Serían aceptadas por la población?. Todas estas interrogantes son temas de otras investigaciones, pero lo que sucede en está zona y en muchas otras regiones, es una subutilización y desperdicio de tan valioso recurso, es por ello que se propone una evaluación de los cultivos actuales e investigaciones para que se determinen alternativas viables que optimicen el uso del agua. Para este caso particular, se están evaluando y proponiendo específicamente el cultivo de nopal verdura, maguey para cría de Chinincuil (*Cossus redtendbacheri hamm*), e incluso la introducción del cultivo de la frambuesa y zarzamora para esta región.

Manejo de suelos irrigados en zonas semiáridas.

Una microcuenca de captación de agua de lluvia está integrada por dos áreas, el área de escurrimiento y el área de siembra o almacenamiento. Cada una requiere de una preparación y de un manejo diferente, ya que sus objetivos son distintos y específicos para cada una.

- Area de escurrimiento:

Su objetivo primordial es inducir el escurrimiento del agua de lluvia, ésta superficie debe tener una pendiente adecuada, libre de obstáculos, uniforme, compacta e impermeable. Se puede utilizar la pendiente natural del terreno o se puede hacer uso de algunos implementos agrícolas como: arado de reja y vertedero, la cuchilla niveladora o escrepa y en su defecto se puede hacer con azadones o rastrillos.

Para que el terreno esté libre de obstáculos como piedras, ramas, vegetación, etc., se debe realizar una limpieza superficial, no recomendándose la aplicación de herbicidas para evitar posibles contaminaciones por esta fuente. La uniformidad de la superficie debe ser paralela a la pendiente, para así aumentar la eficiencia del escurrimiento, así como la compactación de la superficie, (Hernández, 1981:5-9).

- Area de siembra:

Esta área se debe tratar de tal manera que propicie la máxima infiltración, ya que su finalidad es la de retener y almacenar agua dentro del suelo, esto se puede lograr mediante el uso de la rastro o del arado, también es necesario aplicar coberturas para evitar la evaporación y algunas medidas que aumenten la infiltración y bajen la evaporación para evitar la salinización.

Se ha visto que la infiltración deficiente promueve la salinización, por lo tanto, se realizan algunas prácticas de labranza con el fin de roturar el suelo para disminuir la densidad aparente, aumentar el espacio poroso para tener mayor infiltración y una mejor capacidad de retención de agua en el suelo, así como para evitar la evaporación.

Para evitar una evaporación excesiva y tener una infiltración adecuada se debe contar con una bioestructura superficial en buen estado.

El mantenimiento de la bioestructura se consigue:

1. - Mediante adición periódica de material orgánico, ya sea en forma de estiércoles, compostas o residuos de cosechas, esto juega un papel importante en la capacidad de retención de humedad.

Jaminson citado por Hernández, (1981:10), mostró que el contenido de materia orgánica en relación a la humedad aprovechable es efectiva únicamente en suelos arenosos o con bajo

contenido de arcilla (menos del 15%). Sin embargo, en el caso de los suelos con poca materia orgánica, la arcilla juega un papel determinante.

2. - Mediante la protección de la superficie del suelo por cobertura muerta o vegetal. Las coberturas de rastrojo, se han utilizado con el propósito de provocar efectos físicos, biológicos y químicos; pero más para mejorar las condiciones físicas del suelo.

Jacks y otros, citados por Hernández, (1981:11), indican que la cobertura de protección conserva la humedad del suelo, mejora la tasa de infiltración, disminuye la temperatura del suelo, controla las pérdidas por escurrimiento y erosión, reduce el crecimiento de la mala hierba y mejora la estructura edafológica del suelo.

Stallings (1975), citado por Hernández, (1981:11), menciona que el uso racional de la cubierta de rastrojo puede aumentar el contenido de humedad del suelo de varios modos:

El rastrojo aplicado sobre la superficie absorbe más agua durante las lluvias y reduce la evaporación; hay menos sequedad entre lluvia y lluvia. Esto permite que el agua del próximo evento penetre más profundamente en el suelo.

El rastrojo intercepta las gotas de lluvia y reduce los daños de erosión, el coeficiente de infiltración se mantiene alto y las pérdidas por escurrimiento bajan durante las lluvias fuertes.

Si el suelo está saturado de humedad, el agua adicional ahorrada por la cubierta, empuja la humedad a mayor profundidad.

Además, Konke, citado por Hernández (1968:12) dice que el manejo de residuos de cosecha puede mejorar la humedad, aireación, estructura y la temperatura. También dice que deben ser usados tomando en cuenta los beneficios y que esencialmente las posibilidades de uso son:

- Como cobertura.
- Parcialmente incorporado.
- Incorporado.

Aldrich y Col. citados por Hernández (1974:12), indican que la clave para aumentar la cantidad de agua útil consiste en administrar el agua que cae sobre los campos, de tal manera que es necesario realizar las prácticas siguientes:

a).- Dejar los residuos de cosecha sobre la superficie en regiones donde es escasa.

b). - Adecuar la densidad de siembra.

c).- Llevar a cabo el barbecho para aumentar la velocidad de penetración del agua en el suelo.

d).- Eliminar malezas para impedir que compitan con el cultivo, por el agua.

Se han tratado de desarrollar técnicas que permitan un aprovechamiento óptimo del agua de lluvia en zonas con temporal deficiente. Para ello se proponen algunas consideraciones:

Cuando el uso consuntivo es mayor que la precipitación pluvial, se recomienda:

a). - Cambiar a otro cultivo que requiera menos humedad.

b). - Dedicar una parte de la superficie para captación de agua de lluvia.

c).- Establecer una agricultura mixta (riego suplementario cuando sea posible).

Uno de los métodos que permite un muy buen aprovechamiento del agua en zonas temporales y semiáridas es el que ha sido diseñado por Zingg y Hauser en Texas citados por Primavesi (1959:405-419), ya que, además de reducir la erosión, concentra el agua escurrida y la almacena en las zonas de cultivo.

Otro método consiste en dedicar cuadrángulos de terreno para captación de escurrimientos y concentrar el agua en la esquina más baja, presentado por Evenari et. al. (1971), cabe mencionar que con este método se han llegado a desarrollar árboles frutales en regiones donde la precipitación anual es de 100 mm.

Diversos autores citados por Hernández (1981:5-12), en sus respectivos trabajos de investigación concluyen que las metodologías a desarrollar en el aspecto agrícola se deben enfocar a tres aspectos relacionados con el tipo de cultivo:

a). - Cultivos en hilera o escarda, o cultivos limpios como el maíz, sorgo o girasol, etc.

b). - Cultivos tupidos como cebada, avena, etc.

c).- Frutales.

Las técnicas de captación de lluvia a emplear, dependen del sistema de siembra, de las características de manejo del área de siembra, de sus necesidades hídricas, de la cantidad y tipo de precipitación pluvial, así como de las condiciones y propiedades del suelo:

a). - Técnicas de captación para cultivos en hilera.

Se basa en el manejo de las hileras de plantas mediante la separación entre ellas, hasta encontrar la separación adecuada de acuerdo a la cantidad y la distribución de la lluvia, coeficiente de escurrimiento, capacidad de almacenamiento en el suelo y necesidades hídricas del cultivar; de esto depende también el tamaño de los canales de riego.

b). - Técnicas de captación en cultivos tupidos.

Esta técnica consiste en construir bordos en curvas a nivel, espaciados de acuerdo a la pendiente. La superficie intermedia entre bordo y bordo se divide en dos partes, la primera (superior), en la cual no se altera la superficie del suelo, ya que funciona en la colección y conducción del agua de lluvia y la segunda (inferior), ésta se acondiciona mediante labores de labranza adecuadas para proporcionar la infiltración y obtener una mayor capacidad de retención de humedad del suelo, esta técnica se basa en el principio de la terraza ideada por Zingg y Hauser

c).- Las técnicas de captación para frutales.

De Angelis, citado por Hernández, (1981:5-12), ideó las microcuencas de captación para frutales, él las llamó "Negarin". Estas se diseñan según la topografía del terreno. Trazando alguna figura geométrica y construyendo sobre ellas bordos, para circundarlas al interior de la microcuenca se le da una cierta pendiente o se aprovecha la pendiente natural para propiciar el escurrimiento del agua. Se colocan en el vértice más bajo del frutal para que pueda recibir el agua colectada.

CONTROL DE EROSION.

La erosión es el desgaste o destrucción de la tierra causada por agentes como: el aire, el agua, el hielo, etc. esta destrucción debe ser detenida porque esta avanzando día con día de manera alarmante es por eso que el hombre ha tratado de controlarla y para ello ha creado distintas técnicas. Una de ellas es a la que se denomina **CUBIERTA VEGETATIVA** y consiste en lo siguiente:

Si un terreno esta cubierto por una capa densa de césped o de cualquier otra vegetación el impacto de las lluvias sobre la superficie seria mínimo ya que la vegetación aminoraría la fuerza de las gotas, además parte del agua seria absorbida por las mismas plantas y de esta forma el escurrimiento superficial seria poco o nulo, por lo tanto la erosión seria mínima. Mientras que si la lluvia cae sobre una superficie sin protección, durante los fuertes aguaceros, el agua acarrearía sedimentos a través de toda la superficie descubierta, provocando así su erosión.

Otro método de evitar que el suelo se pierda es el que ofrecen las **HOJAS CAIDAS** este control de erosión se lleva a cabo en lugares con muchos árboles, es decir las hojas forman una capa protectora sobre el suelo y así cuando se presentan las lluvias fuertes, el agua se desliza con lentitud sobre la superficie, el agua es clara porque lleva poco o ningún

sedimento, otra cosa importante aparte de que el suelo no se pierde es que también se va enriqueciendo lenta pero constantemente por la descomposición de las mismas hojas.

Un procedimiento para evitar la erosión en las tierras labrantías y que es uno de los mejores para detener la tierra en las pendientes es la de **CULTIVAR EN ROTACIONES**, generalmente según las curvas de nivel y con frecuencia en fajas de contorno también se deben construir terrazas para así tener una protección adicional. Por lo mismo resulta mas económico operar un tractor según curvas de nivel que hacerlo en sentido de la pendiente, al igual para un caballo es mas fácil tirar el arado en líneas de nivel que subiendo una pendiente.

Otra forma de controlar la erosión es la de recurrir a:

- **CULTIVOS RESISTENTES A LA EROSION**
- **SEMBRAR PLANTAS RECONSTRUCTORAS DE SUELO**
- **DESVIAR AGUAS QUE FLUYAN A LAS ZANJAS**
- **CONSTRUIR SISTEMAS DE TERRAZAS**
- **CONSTRUIR CANALES DE DESAGÜE**

El ultimo punto es para prevenir el escurrimiento, por esto mismo se han inventado distintas formas para tratar de corregir cárcavas o sino al menos darles un uso que beneficie a la naturaleza y al mismo hombre. Una de ellas es la **CONSTRUCCION DE TERRAZAS**, estas son muy eficientes para corregir cárcavas pequeñas, en campos cultivados. Tal vez esta forma de corrección sea algo costosa pero es la mas eficiente.

Una forma distinta para restaurar los efectos de la erosión, pero que tardaría muchos años es la siguiente: aquí el hombre, lo único que hace es proteger la cárcava de los animales, evitar incendios y cualquier otro trastorno, para que así la naturaleza haga su parte, cubriendo de vegetación la cárcava y de esta manera se estabilice la tierra.

De otra manera, se puede corregir una cárcava construyendo **VALLAS DE MATAS** a través de ella. Las matas se deben sembrar a distancias de 10 a 15 cm. en surcos y protegerlas con hileras de estacas que se colocan a distancias de 30 cm. mas abajo de las matas esto con la finalidad de que las matas se beneficien con los sedimentos que se detengan. Así cada vez que corra agua por la cárcava los sedimentos se detendrán por las matas y estacas y a su vez la velocidad disminuirá por eso la perdida de tierra es poca.

Si no se pudiese corregir una cárcava de la manera anterior se podrían construir **PEQUEÑAS REPRESAS** temporales, o permanentes construidas por ramas, postes, piedras sueltas, tierra, etc.

Si el escurrimiento es poco, sería suficiente el poner montones de piedra bien compactos y/o de ramas.

Las pequeñas represas provisionales se emplean con mayor éxito en cárcavas de cuencas pequeñas. Estas deben construirse de forma que encaje bien en el fondo y en los lados de la cárcava para evitar ser socavados.

Las **REPRESAS DE RAMAS** solo sirven en cárcavas con suelo que sirva, para establecer la cantidad necesaria de estacas de estribo. Un punto importante es que son fáciles de construir y cuestan poco.

Las **REPRESAS DE ROCA SUELTA** se utilizan en cárcavas de pendiente moderada y de cuencas pequeñas o medianas estas durarán mas que las represas provisionales hechas de otros materiales. Para su construcción es recomendable que se utilicen piedras planas colocadas de manera que formen un grupo compacto, en caso de ocupar piedras de manera irregular se colocaran de manera que se deje el menor numero de espacios o huecos posibles.

En los campos de ganadería es distinta la conservación de los suelos, los animales pisotean la superficie además despojan completamente al suelo de su cubierta vegetal, todo esto debido al excesivo pastoreo. Pero para esto hay una solución, aunque no es total pero ayuda a que la erosión sea menor y no consiste en otra cosa mas que en disminuir el número de cabezas del hato y de los rebaños al numero que la pradera pueda soportar sin perjuicios.

Después de ésta breve revisión de cómo construir una pequeña represa daremos solución, aún en forma parcial, a la limitante mas importante de una zona árida ó semiárida que es la escasa precipitación, por lo que así iniciamos la optimización y manejo del agua de lluvia y emprender la recuperación de los recursos naturales en el municipio de Hueyboxtla.

La construcción de una pequeña represa, implicaría diversos tipos de beneficios, tendria sin lugar a dudas un efecto multiplicador, los más importantes de estos son:

- a) Utilización de cárcavas en la construcción del vaso de almacenamiento de agua de lluvia.
- b) Freno a la erosión hídrica, recuperación de suelo y por consiguiente un mejoramiento del medio ambiente.
- c) Aprovechamiento de terrenos no aptos para producción agrícola y pecuaria, en un inicio como pequeña represa, a largo plazo al ensolvarze el jagüey, será un terreno conocido como de jugo, altamente fértil y totalmente recuperado.
- d) Se incrementará la producción agrícola al contar con agua en el ciclo otoño – invierno. Normalmente en este periodo de tiempo las tierras agrícolas están ociosas, lógicamente

no todas estarán en producción, aún suponiendo que se construyeran varias represas, no serían suficientes para sembrar todas las parcelas. Sin embargo se podría introducir en pequeñas parcelas nuevos cultivos en este Municipio. Las condiciones que tendríamos que tomar en cuenta para estos nuevos cultivos serán:

- 1.- Resistentes a heladas.
- 2.- Ciclo corto.
- 3.- Requerimiento de poca agua para su desarrollo.
- 4.- Que sean rentables.

De acuerdo a las condiciones anteriores, estaríamos pensando en la producción de hortalizas por ser de ciclo corto como: rábano, col, lechuga, cilantro, zanahoria, etc. Algunas de estas hortalizas tienen el inconveniente de que requieren bastante agua por lo que será necesario utilizar algunas técnicas de optimización de agua, además será necesario la planeación de un pequeño huerto familiar, para primero llevar aliento a la mesa del productor y segundo poder comercializar los excedentes.

En el siguiente punto de este capítulo se desarrollo como una opción de producción el cultivo del nopal verdura bajo microtúnel que sería el más viable.

- e) En la época de estiaje el poco ganado de este Municipio (ovinos y caprinos principalmente) son llevados a pastar al campo, caminando largos trechos, donde escasea el agua y la alimentación, como consecuencia de esta situación se tiene ganado con bajo índice de conversión alimenticia, por lo que será necesario desde un principio destinar parte del agua almacenada para consumo del ganado.

4.3 EXPLOTACION INTENSIVA DEL NOPAL VERDURA (*Opuntia ficus - indica*) BAJO MICROTUNEL.

El nopal es una planta que está presente desde tiempos muy remotos, solo basta recordar un poco de nuestra historia, cuando la leyenda que da origen a la fundación de la gran Tenochtitlan que nos decía que el lugar seleccionado por los Dioses estaría señalado por un águila devorando una serpiente posada en un **nopal**. El nopal fue base fundamental de la alimentación del pueblo Azteca, conservándose hasta nuestros días como parte de platillos muy mexicanos y muy significativos como lo son los romeritos o revoltijo.

En las zonas áridas o semiáridas (como es el municipio de Hueypoxtla) la opción de producción debe basarse en cultivos que requieran poca agua, como es el caso concreto del cultivo del nopal verdura, pero no en forma tradicional, es decir, en forma extensiva

o a cielo abierto, es decir, bajo condiciones de microtúnel y en el ciclo otoño - invierno para que sea rentable y deje de asociarse al nopal con la pobreza.

El nopal verdura (*Opuntia ficus indica*) requiere de suelos de origen calcáreos de texturas francas, franco arenoso, franco arcilloso, arenoso, y arenas francas, que presentan buen drenaje, buena permeabilidad, con Ph. de 6.5 a 8.5 y pendientes ligeras. se puede desarrollar en suelos pobres y delgados, suelos donde otros cultivos difícilmente pueden prosperar.

En lo referente a la altitud, el cultivo prospera en un rango de 800 a 1800 m.s.n.m. pueden desarrollarse por arriba y por debajo de estos rangos.

CLASIFICACION BOTÁNICA DEL NOPAL VERDURA

Reino	Vegetal
División	Angiospermae
Clase	Dicotiledónea
Orden	Opuntiales
Familia	Cactáceae
Subfamilia	Opuntioideae
Tribu	Opuntiae
Género	Opuntia
Subgénero	Platyopuntia
Especie	Opuntia ficus – indica
Variedad	Italiana

Según Britton y Rose, citado por Bravo.

4.3.1 SELECCION Y APLICACION DEL MATERIAL VEGETATIVO.

El material debe obtenerse de huertas sanas, y debe presentar las siguientes características para poder ser seleccionado como material de propagación:

- Que sean plantas jóvenes de 6 meses a un año de edad.
- Que no hayan tenido producción.
- De buen vigor, grosor y succulencia.
- Libre y sin daños de plagas.
- Que no presenten malformaciones.
- Tamaño mínimo de 30cm de largo por 20cm de ancho.
- Que presenten buen corte en la parte de la unión con la planta madre.

4.3.2 TRATAMIENTO DEL MATERIAL VEGETATIVO.

Consiste en sumergir toda la penca en un recipiente que contenga caldo bordelés al 1 % (1-1 - 100) bañándola completamente, posteriormente se deja orear de 15 a 20 días bajo sombra con la finalidad de que las heridas cicatricen y la planta escurra un poco.

4.3.3 PLANTACION.

Se debe tener preparado el terreno, con barbecho, rastreo y cruza, si el terreno es irregular, realizar curvas a nivel; la época de plantación debe ser antes de la temporada de lluvias, de esta manera hace un buen enraizamiento y emisión de brotes tiernos.

La plantación se realiza al triboleo que consiste en hacer triángulos entre planta y planta.

4.3.4 CONTROL DE MALEZAS

Las malezas compiten con el cultivo por espacio, luz, nutrientes, humedad, etc., muchas de ellas son hospederas de algunas plagas y enfermedades.

El control implementado es manual, utilizando azadón, se debe mantener limpio todo el año, pero por el costo se puede realizar de 2 a 3 deshierbes al año.

4.3.5 CONTROL DE PLAGAS.

Las plagas más importantes que causan daños son:

- Picudo de las espinas (*Cylindrocopturus biradiatus*).
- Chinche gris (*Chelinidea tabulata*).
- Picudo barrenador (*Cactophagus spinolae*, *gyll*).
- Gusano cebra (*Olycella nephelepsa*).
- Gusano blanco del nopal (*Lanifera cyclades druce*).

El control más usual es el químico folífolo, malatión, etc. en 1 o 2 litros por Ha. con 200 litros de agua mediante aspersión, realizando de 1 a 3 aplicaciones al año.

4.3.6 PODAS.

Estas dan una forma correcta para el manejo, además se estimula la brotación. Hay diferentes tipos de podas:

- Poda de formación: Consiste en dar forma a la planta.
- Poda de sanidad: Elimina todas aquellas pencas que presenten daños fuertes por plagas y enfermedades.
- Poda de rejuvenecimiento: Eliminación de la planta para establecer una planta nueva.

4.3.7 COSECHAS

Se realizan cuando el brote alcanza el tamaño comercial de 15 cm. se debe hacer por las mañanas cortando en la base de la penca.

4.3.8 CARACTERÍSTICAS EN CONDICIONES DE MICROTUNEL

Modifica la temperatura, humedad del suelo, la cantidad y tipo de luz usada, etc., amortiguándose las inclemencias del tiempo y desvaneciéndose las limitantes en el crecimiento y desarrollo del cultivo.

TEMPERATURA:

Su diseño y las características del plástico, para captar lo mejor posible las radiaciones incidentes, pues en ellas son reflejadas y en partes absorbidas en energía.

La cubierta plástica es un material de alta transmisión térmica (70.8) causa de ello el rápido enfriamiento durante la tarde y noche en túneles.

LUZ:

Se opta por utilizar recubrimientos en forma parabólica a semicircular, este diseño aporta un 90 % de la luz total con un paso aproximadamente de 75 % a través del recubrimiento, con un 20% o más de la luz reflejada.

SUELO:

Algunos factores que se consideran en favor de la producción en el sistema intensivo de microtúnel son: la temperatura del suelo, aporte de abonos, fertilizantes, y el aporte de agua, entre otros.

El índice de descomposición de materia orgánica está controlado casi directamente por la temperatura. Por cada aumento de 10 grados centígrados de temperatura, la rapidez de una reacción química aumenta en un factor de 2 a 3 veces.

APLICACION DE ABONO ORGANICO.

Es conveniente aplicar una capa de aproximadamente 10 cm. de espesor de estiércol semiseco de ganado vacuno. Como las pencas quedan muy juntas, al hacer la aplicación es necesario cuidar que no se vayan a lastimar las pencas con la pala al estar aplicando el abono, ya que si esto ocurre se corre el riesgo de pudrición.

La aplicación de los estiércoles es una fuente ampliamente usada en el cultivo del nopal como material nutritivo principalmente, aunque su aplicación continua y el uso de estiércol en la tierra de cultivo mejoran las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo, así enriquecemos la calidad del mismo.

El abonado y fertilización son muy indispensables en el sistema intensivo por los múltiples beneficios que representa siendo las respuestas del cultivo, muy favorables y manifestadas en la emisión de brotes de calidad comercial (suculentos, jóvenes, vigorosos) y una mejor regularidad en la producción prolongándose éstas una semana más en condiciones climáticas ya propias de la estación invernal, cuando se aplica a mediados de verano.

La contribución del estiércol más importante para el cultivo es por el aporte de nutrientes y la forma en que los provee pasando a segundo término su acción físico - biológica sobre las condiciones del suelo. Sin embargo los estiércoles contienen micronutrientes y macronutrientes suplementarios a menudo con un buen balance y con disponibilidad a la planta.

El nitrógeno se encuentra en forma orgánica principalmente en urea, proteínas no digeridas y tejidos microbianos, los cuales tienden a pasar por un proceso de descomposición y mineralización antes que se haga disponible para la planta.

El nitrógeno de los estiércoles es proporcionado gradualmente de las formas orgánicas. Una tonelada de estiércol de bovino proporciona un promedio de 2.12 kg. de N mineral para un periodo de 2.5 meses y 3.4 kg. para un periodo de 10 meses.

Las continuas aplicaciones de estiércol tienden a liberar el nitrógeno acumulado del humus y la eficiencia neta total del N por un periodo de varios años es considerablemente mayor de 50 % comparado con el de 108 fertilizantes comerciales. El humus producido por el estiércol es menor en climas calientes que en climas fríos.

El fósforo de los estiércoles se encuentra en un 30 % aproximadamente en forma orgánica, con un 25 % soluble en agua y un 45 % en formas solubles inorgánicas.

4.3.9 INSTALACION DEL MICROTUNEL.

Para instalar el microtunel de 50 m. de longitud, se necesitan 24 varillas lisas de 3/8 de diámetro por 6 m. de largo, 2 bultos de cemento y 4 carretilladas de arena. La instalación es del siguiente modo:

- a) Se hacen 52 bloques de concreto de 15 cm. de diámetro por 20 cm. de altura, dentro de los cuales en el centro se coloca el tubo Galvanizado antes de que se solidifique dicho bloque, de tal manera que 50 cm. del tubo quede fuera del concreto.
- b) Una vez que se tienen los bloques de concreto con el tubo galvanizado se procede a soldarles en dicho tubo y junto al concreto un gancho de alambón del cual se sujetará el plástico.
- c) Cuando el bloque de concreto y el tubo galvanizado ya están listos, se procede a enterrarlo de manera que sólo quede enterrado el bloque de concreto y todo el tubo quede aéreo. Se colocan cada 2 m. de cada lado del microtunel.
- d) Posteriormente se inserta la varilla en el tubo galvanizado y se asegura en una o varias cuñas de madera hasta que se queden bien sujetas al tubo de cada uno de los extremos.
- e) Una vez instaladas las varillas en forma de arco, se procede a amarrar con hilo de rafia cada una de ellas en la siguiente forma:

Se coloca en cada uno de los extremos unas bases de concreto con un gancho de varilla o alambón de los cuales se amarran 3 hilos de rafia. Uno de ellos pasa por el centro (la parte más alta de los arcos), amarrándolas para sujetarlas a cada una de las bases de los extremos, lo mismo ocurre con los otros 2 hilos pero estos pasan por los costados a una altura de 80 a 90 cm. para darle mayor firmeza a la estructura.

- f) El plástico se coloca sobre la estructura metálica y se sujeta a ella mediante hilo de rafia, amarrándola en forma de X y de cada uno de los ganchos que se señalaron en el inciso b.

4.3.10 MANEJO DE PLASTICOS.

La cubierta del polietileno tiene como objetivo proteger a las plantas contra las heladas; por eso su uso se debe limitar a los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y si es necesario a mediados de marzo. Después de esta época los plásticos pueden retirarse completamente, durante la época que tengan que estar puestos debe proporcionar ventilación a la planta durante el día ya que si se deja cerrado el calor del interior puede perjudicar el desarrollo de las plantas.

4.3.11 COSTO DE MICROTUNEL

Preparación del suelo (3 Jornadas).....	\$ 90.00
Plantación (4 Jornadas).....	\$120.00
Instalación del microtunel (4 jornadas).....	\$120.00
Aplicación de abono orgánico y fertilizante.....	<u>\$ 90.00</u>
TOTAL DE MANO DE OBRA.....	\$420.00

Materiales y herramientas para el establecimiento.

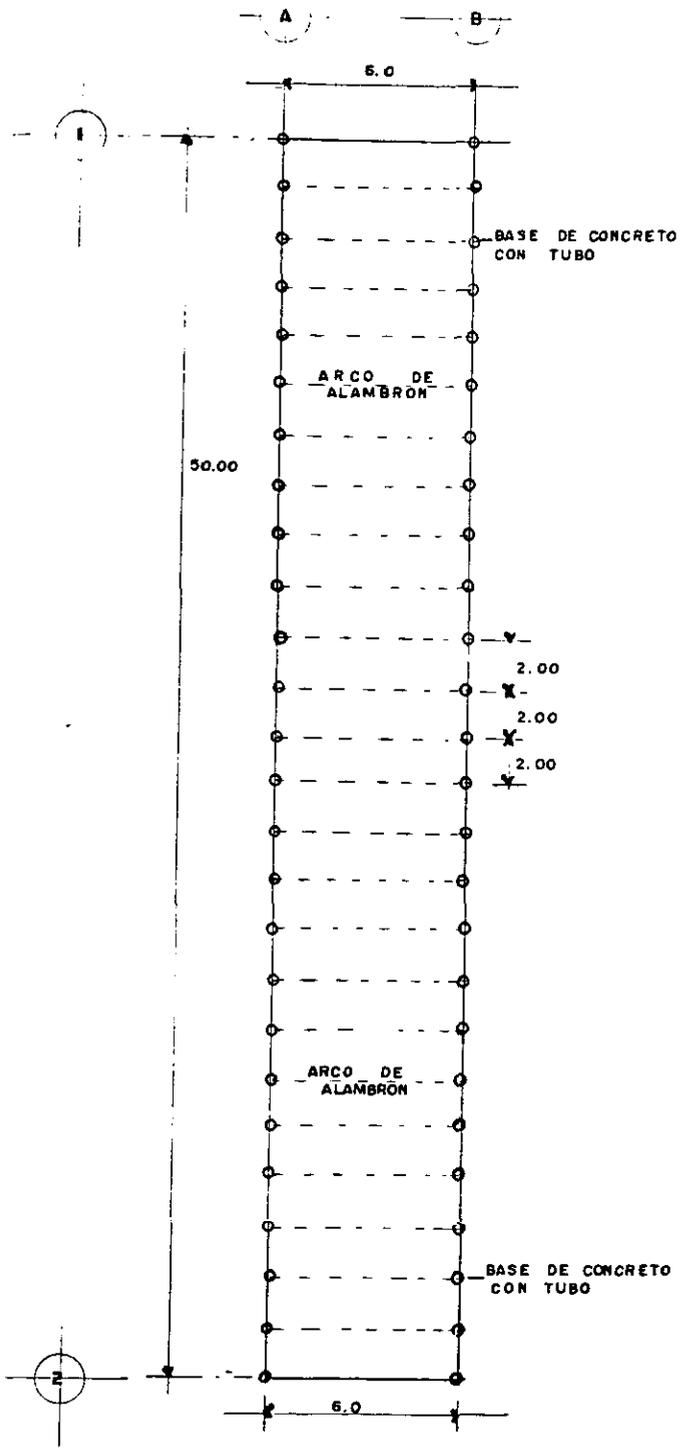
1. - Varilla lisa de 3/8. 24 piezas de 6 metros.....	\$ 360.00
2. - Plástico térmico calibre 300 galgas, 280 metros cuadrados.....	\$ 420.00
3. - Pintura blanca de aceite, un litro.....	\$ 30.00
4. - Hilo rafia.....	\$ 30.00
5. - Material vegetativo, un flete (7 500 raquetas).....	\$15 000.00
6. - Abono orgánico.....	\$ 400.00
7. - Fertilizante urea, 50 Kg. por Ha.....	\$ 250.00
8. - Cemento, 2 bultos.....	\$ 110.00
9. - Arena, ¼ de viaje.....	\$ 110.00
10.-1 bomba aspersora.....	\$ 350.00
11.-1 Pala recta.....	\$ <u>50.00</u>
COSTO TOTAL DE MATERIALES.....	\$17 110.00

Costo total para el establecimiento de un microtunel de 50 m. de longitud por 6 de ancho

\$17 530.00

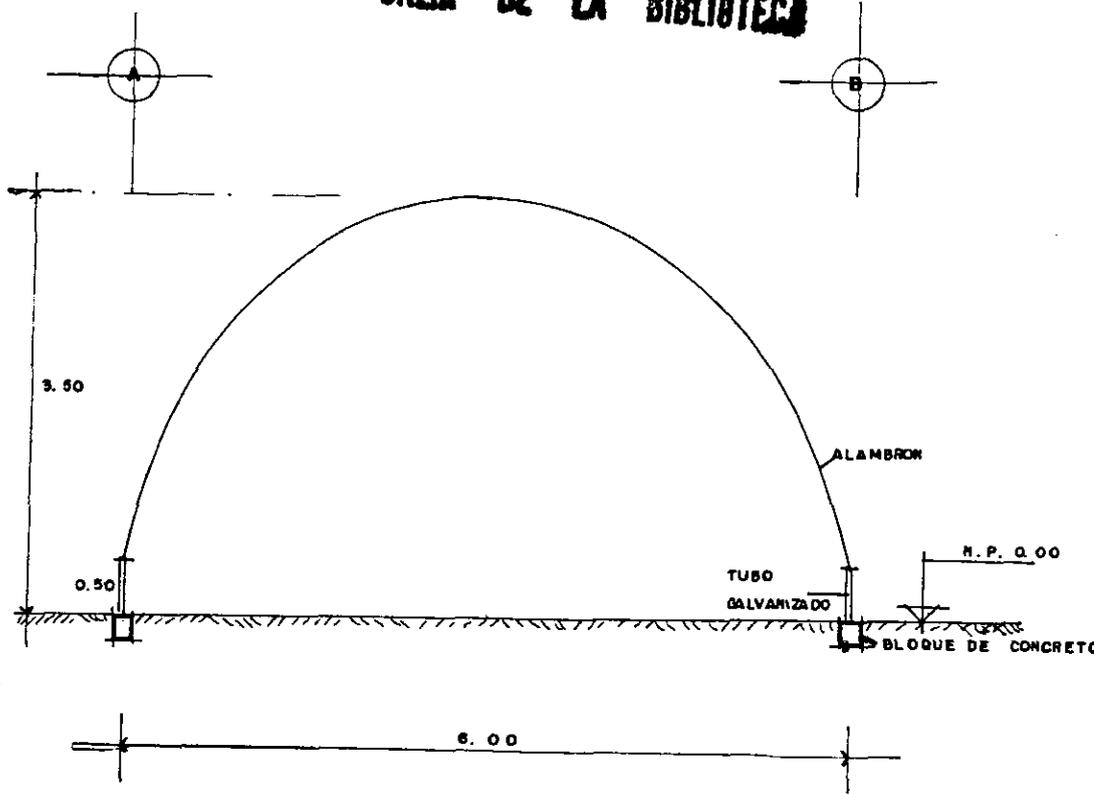
Los beneficios que se obtienen al cultivar el nopal verdura en invierno bajo microtunel serían varios, mencionaremos algunos en forma breve.

- a) Al ser una cactacea, es un cultivo que requiere de poca agua, factor limitante en la región y por otra parte estaríamos rescatando la flora propia del lugar.
- b) Para el establecimiento del microtunel será necesario preparar bien el suelo, con un gran aporte de materia orgánica, lo que a mediano plazo origina una mejora en este recurso.
- c) Es altamente rentable, mas si se compara con los cultivos actuales (maíz y trigo) donde en los mejores de los casos el agricultor no pierde económicamente.
- d) Para el manejo del microtunel será necesario un curso de capacitación, en el cual no solo conocerá el cultivo de esta especie, también nos servirá para motivarlo a organizarse con el propósito de abaratar costos de producción y lograr un precio justo a su producto.
- e) El microtunel requiere de poco espacio, se adapta perfectamente a las condiciones de una agricultura de minifundio, pero demanda mano de obra no solo para establecer el microtunel; también para su mantenimiento, se calcula que en todo el ciclo un solo microtunel requiere de 20 jornales de trabajo. Esto sería una opción de autoempleo, en un Municipio donde el empleo es un bien escaso.



P L A N T A
 E S C : 1 : 2 5 0

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



A L Z A D O
E S C : 1 ; 5 0

4.4 APROVECHAMIENTO DEL MAGUEY (*Agave salmiana*) PARA RECUPERACION DEL SUELO

El maguey es una planta originaria de nuestro país, las culturas mesoamericanas giraron en torno a ella, se utilizaba para construcción de vivienda, fibras textiles con diversos usos, bebidas alcohólicas, condimento para la alimentación, etc. En la época actual se está abandonando el cultivo de esta planta por no representar ingresos económicos significativos al productor, por otro lado el mal manejo realizado de este recurso (principalmente por mixioteros) están generando problemas al medio ambiente como lo es la erosión al quedar los campos de cultivo totalmente desnudos y a merced de la acción destructiva del viento y del agua, por lo que es imperante iniciar una campaña de reforestación con maguey y buscar opciones para que sea rentable lo cual abordaremos en el siguiente punto de este capítulo.

CLASIFICACION BOTANICA DEL MAGUEY MANSO.

Reino:	Vegetal.
Subreino:	Fanerógamae.
Tipo:	Angiospermas.
Clase:	Monocotiledóneas.
Familia:	Agavaceac.
Género:	Agave.
Especie:	Salmiana

(Granados 1983:41-43)

4.4.1 GENERALIDADES

Plantas de hojas arrosetadas, gruesas y carnosas. Dispuestas sobre un tallo corto, entero, cubierto de hojas llamadas pencas las cuales presentan una espina terminal recta y varias espinas laterales. Existen en México alrededor de 200 especies diferentes, se caracterizan porque una vez que florecen mueren al fructificar.

Esta especie pertenece a la clase de las Monocotiledóneas y familia de las agavaceas. El género agave presenta flores agrupadas en una espiga o panoja, las flores son hermafroditas.

La floración se inicia de los 6 a los 12 años dependiendo de las condiciones del suelo, clima, altura sobre el nivel del mar y variedad; una vez que termine la floración, la planta muere, cuando se desea obtener aguamiel, en algunas especies, se corta el brote del tallo floral, para obtener toda la savia azucarada.

4.4.2 SELECCION DEL MATERIAL VEGETATIVO.

Esta planta tiene un período de duración de 8 a 12 años ya que su ciclo de vida termina cuando la planta florece, teniendo en cuenta que la planta principalmente se reproduce de forma asexual o por medio de hijuelos (La planta está apta para producirlos en un periodo de 2 a 3 años, de vida principalmente en la época de secas).

Las plantas destinadas a plantaciones definitivas deben de presentar las siguientes características:

- Libre de plagas y enfermedades.
- Vigorosas y fuertes.
- Color verde oscuro.
- Altura de 75-100 cm.
- Libres de defectos de arranques, como calado, descalabrado y destrozado.

Para el establecimiento de viveros, la selección del material vegetativo debe reunir las siguientes características:

- Libre de plagas y enfermedades, pueden ser de encaje o periferia cercana de la planta madre
- Edad de 2-3 años
- Altura de 40-50 cm.

4.4.3 PLANTACION.

Cuando la planta mide aproximadamente 75-100 cm., se encuentra lista para ser arrancada, sea del vivero o de la planta madre y trasplantada al lugar donde se desarrolla para ser explotada. la labor de arranque se efectúa de preferencia en los meses de primavera, para que los magueyes estén listos o puestos en el sitio definitivo antes de los meses de lluvia, porque es en este periodo cuando más se desarrolla la planta.

Se recomienda que la plantación se realice en bordos cuando son terrenos con pendientes a una distancia de 3.0 m entre plantas, en caso de no contar con bordos, realizarlas en hileras o curvas a nivel.

También se realizan plantaciones para delimitar áreas, en este caso se recomienda plantar

en cepas. La plantación se realiza enterrando la planta unos 10 cm. arriba del tronco sobre el costado del bordo o sobre la cepa apisonándola para que no lo derribe el aire o animales. El pozo donde se plantará el maguey es de aproximadamente 40 cm. de diámetro por 40-50 cm. , de profundidad.

Los cuidados de este cultivo son mínimos, no necesita riego ya que las plantas son típicas de zonas áridas, resistentes a las sequías y a los cambios bruscos de temperatura.

4.4.4 ESPECIES DE MAGUEY.

Las principales especies que se dan en la región de Hueypoxtla son el maguey (*Agave salmiana* y *mapisaga*), comúnmente conocidos como manso y cenizo.

El maguey (*Agave salmiana*), comúnmente llamado manso presenta hojas ascendentes de color verde claro, cóncavas que miden 2-2.5 m de largo por unos 15 cm de ancho, espina terminal corta y ganchuda, oscura o gris de 30 a 35 mm, de largo por unos 4 a 5 cm. de ancho, dientes, marginales pequeños con la base ancha distantes entren sí 3 a 5 cm., siendo casi recto el margen que las une.

Inflorescencia de 8 m de altura, flores verdes o amarillentas de unos 7 cm.

El *Agave mapisaga* llamado cenizo, presenta hojas ascendentes en las puntas, contraídas en la base de color verde oscuro que mide de 2 a 2.5 m de largo por 30 a 40 cm de ancho; espina terminal cónico alargada de color gris, dientes marginales triangulares de 9 a 10 mm de largo en bases anchas y bajas siendo casi recto el margen que las une.

El maguey desde la época prehispánica se cultivó no sólo para obtener pulque o azúcar sino por razones de mayor peso, como la protección de las tierras contra la erosión.

Comprobaron su utilidad para reducir la tasa de movimiento de agua, también encontraron que el efecto de la cobertura vegetal continua y el uso de cultivos múltiples fueron más efectivos.

4.4.5 USOS DEL MAGUEY.

Sus hojas servían para la fabricación de papel, como zumo lo hacían una bebida fermentada llamada pulque, se fabricaba un tejido impenetrable que servía para los vestidos ordinarios; de sus fibras rígidas y torcidas se sacaba un hilo con el cual se

hacían sogas, cuerdas y estofas. Con las espinas formaban agujas y alfileres; y la raíz cocida se usaba como un alimento grato y nutritivo.

Del maguey se obtenían los siguientes productos:

- Raíz: Jabón, medicina, escobetas y fibras.
- Savia: Pulque, miel, vinagre, y medicinas.
- Meyolote: Dulce, materiales para construcción y apiarios.
- Pencas: Púas para cardar, coser y hacer penitencia, fibra, recipientes, comidas (asadas), papel mixiote, material de construcción, medicinas, mantas de maguey.
- Tallo floral o quiote: Dulce (mezcal) y construcción.
- Entera la planta: Leña (Combustible).
- Del Jugo que mana de la piña: Fabrican vinos, miel, vinagre, azúcar; limpia los riñones, vejiga y lava las vías urinarias [El uso del maguey (agave sp.) En la conservación del suelo, 1990].

La conservación del suelo consiste en salvaguardar todas las clases de tierra útil contra el empobrecimiento o el desgaste producido por:

1. - Excesivo desprendimiento de tierra: Erosión.
2. - Depósito de productos de la erosión: Recubrimiento.
3. - Agotamiento de los elementos nutritivos para las plantas debido a lixiviación, cultivo excesivo o pastoreo sin medida.
4. - Acumulación de sales tóxicas: Estado alcalino.
5. - Incendio: Quema de la vegetación.
6. - Formaciones de acumulación de agua perjudicial y consistente en no proporcionar un drenaje adecuado de las tierras de cultivo y pastoreo.
7. - Cultivo inapropiado: Como arar hacia arriba y hacia abajo en el sentido de una pendiente.
8. - Uso inapropiado de tierra; conducente al perjuicio del suelo.
9. - Pérdida innecesaria del agua de lluvia debido a un escurrimiento controlable.
10. - Falta de rotación en los cultivos, lo que conduce, a una estructura pobre del suelo.

La conservación del suelo se consigue:

- Empleando técnicas convenientes de conservación del suelo y las obras necesarias para evitar o controlar la erosión del suelo y el depósito perjudicial de los productos y la propia erosión.

- Empleando una mejor labor y un uso tanto de las prácticas mejoradas de recubrimiento del suelo con hojarascas, etc., como de cultivo para conservar el agua de lluvia necesaria.
- Controlando el desagüe para satisfacer las necesidades del suelo.
- Empleando agua, materia orgánica, abonos, fertilizantes, cal, etc., con el máximo de eficacia y de acuerdo con las necesidades del suelo.
- Combinando el drenaje y la irrigación para evitar la acumulación de sales tóxicas y de mejorar el suelo alcalino.
- Desaguando, con el objeto de evitar el encharcamiento o de mejorar los campos húmedos y los pastos.
- Haciendo riego mediante diques y bombeo para evitar el incendio de los túrbales.
- Manteniendo el manto de agua a un nivel adecuado mediante diques, bombeo, y conservando el nivel del agua mediante desagües y compuertas.
- Pasando del cultivo inadecuado en tierras de gran pendiente, poco profundas muy erosionadas o desfavorables bajo cualquier otro aspecto a la plantación de hierbas, árboles u otro manto protector.
- Desaguando, limpiando de malezas o rocas mejorando de cualquier otra forma, tierras anteriormente improductivas para adaptarlas a un uso practico productivo.
- Utilizando para la vida silvestre los rincones sueltos, los bordes y las tierras no utilizables para los fines normales del cultivo, el pastoreo o el bosque.
- Empleando con eficiencia la maquinaria agrícola adecuada.
- Manteniendo todas las construcciones y practicas en vista a la conservación del suelo, se resume en el uso y la protección científica de las tierras.

El maguay sirve para conservar el suelo, en áreas con pendientes, produce abundante raiz que sostiene la tierra evitando que las corrientes del agua arrastren y además permitiendo que esta penetre lentamente en el suelo contra la erosión y acumula humedad que puede permitirle realizar otros cultivos.

El cultivo del maguay se puede ubicar en áreas con pendiente, esto es en laderas, lomas, cerros, es decir, en pendientes mayores del 5%. La mejor practica para conservar el suelo usando maguay es en el bordo o las orillas de la terraza.

Un maguay verde es susceptible de ser aprovechado como alimento para rumiantes cuando se suplementa adecuadamente, trabajos de diversos investigadores han demostrado que puede ser de mucha utilidad sobre todo en épocas de sequías, ya que contiene 90% de agua.

4.4.6 COSTO DE ESTA ALTERNATIVA

Este trabajo pretende entre algunas otras cosas retomar las tecnologías utilizadas para la conservación y mejoramiento del recurso suelo, como es el empleo del cultivo del maguay en bordos y linderos de las terrazas de cultivo. Esta práctica en el municipio de

Hueyoptla se está perdiendo y con ello deteriorando el medio ambiente del lugar, a continuación presentaremos el costo de la plantación de 25 plantas de maguey.

Concepto	Cantidad	Costo unitario	Total
Material vegetativo	25	\$ 10.00	\$ 250.00
Preparación del terreno	1 jornada	\$ 30.00	\$ 30.00
Plantación	1 jornada	\$ 30.00	\$ 30.00
Resiembra	½ jornada	\$ 15.00	\$ 15.00
		SUMA =	\$ 325.00

Los beneficios al retomar el cultivo del maguey son múltiples: detención de la erosión, humedad, materia orgánica, etc. En los primeros años (5 a 6) el productor invertirá tiempo en el cuidado y cultivo, pero lo recuperará al iniciar su aprovechamiento, comercializando las hojas de las primeras podas, esto se mantendrá hasta los 10 años de vida de la planta donde se podrá comercializar la savia del maguey. Es importante recalcar que esta alternativa aparte de todos los beneficios ecológicos, es condición necesaria para la siguiente e iniciar la búsqueda de otros subproductos que sean rentables como lo podría ser el gusano rojo del maguey este punto se desarrollara en el siguiente apartado.

4.5 INICIAR CULTIVO DE CHININCUIL Gusano Rojo del Maguey (*Cossus redtenbacheri hamm*)

4.5.1 ANTECEDENTES

El mundo de globalización exige ser productivo y buscar nuevos horizontes en la investigación y producción de alimentos, nuestro país desgraciadamente se mantiene rezagado y dependiente en tecnología alimenticia y por consiguiente en la producción agropecuaria. Ante este panorama una opción viable para iniciar el desarrollo del campo mexicano es rescatar lo nuestro, enriquecernos con los conocimientos generados por nuestros ancestros, ser auténticos y creer en nosotros.

En este apartado de la presente tesis se propone iniciar la investigación para el cultivo del chinincuil con el propósito primero de rescatar al maguey y con ello el mejoramiento ecológico del lugar y en forma paralela el beneficio económico al manejar una especie muy rentable en el mercado nacional e internacional.

Las investigaciones realizadas con respecto al *Agave sp*, se refiere básicamente a los productos derivados de éste vegetal que son susceptibles de ser explotadas, como el aguamiel, mezcal, tequila, azúcares, celulosa y pulque; éste último ha sido ampliamente estudiado por su bajo contenido alcohólico y la flora bacteriológica que presenta. Sin embargo, la fauna asociada al maguey principalmente insectos, ha sido relativamente estudiada, tal es el caso de los escamoles (*Liometpum apiculatum*), del gusano rojo del maguey (*Cossus redtenbacheri Hamm*) comúnmente llamada Chinincuil, chilocuil o

tecol, y del gusano blanco del maguey (*Acentrocne hesperiaris Walker*) llamado mecouil, champocolo, mecouili o pacach. Su importancia se debe a que pueden llegar a ser fuente de alimentación en países donde el nivel económico del pueblo no permite el consumo suficiente de alimentos de primera necesidad (leche, carne, huevos, etc.)

Los insectos son usados como alimento en muchas partes del mundo, tal es el caso de los árabes que consumen grillos (*Ortóptera, Acrididae*), algunos nativos de Africa que consumen hormigas, termitas, orugas, escarabajos, saltamontes.

En México existe una gran variedad de insectos que se consideran un manjar, como son los jumiles (*Euchistus zopilotensis* Distan, *Edesa mexicana* Stal, y *Atizies sulfutus*, Orden Hemiptera), los ahuahutles (huevecillos de *Krizouzacorixa femorata* Guer, *K. azteca* Jacs, *Corisella texcocana* Jacs y *C. mercenaria* Say, Orden Hemiptera) axayácatls (larvas e imágos de *Krizouzacorixa femorata* Guer, *K. azteca* Jacs, *Corisella texcocana* Jacsss, *Corisella mercenaria* Say y *Notonecta unifasciata*, orden Hemiptera). Sat's (oruga de Lepidóptera), y los insectos asociados al maguey anteriormente mencionados (Cravioto citado por la promotora).

4.5.2 CLASIFICACION TAXONOMICA

La clasificación taxonómica del Chinincuil se encuentra en discusión, puesto que no existe acuerdo en el nombre científico, por ejemplo (Granados 1983:200), lo clasifica como *Cossus redtendbeacheri*:

CLASE:	INSECTA
SUBCLASE:	PTERIGOTA
ORDEN::	LEPIDOPTERA
SUBORDEN:	FRENATA
SUPERFAMILIA:	HESPEROIDEA
FAMILIA:	MEGATHYMIDAE
GENERO:	<i>Cossus</i>
ESPECIE:	<i>Redtendbeacheri Hamm</i>

Pero, en 1870 el naturalista Mexicano Ignacio Blazquez estudió por primera vez este insecto identificándolo dentro el genero Hypopta y dándole así su apellido al nombre científico (Coronado, 1986:30).

De acuerdo a estudios recientes para validar la clasificación taxonómica, empleando la venación de las alas, la del Chinincuil es característica de la familia cossidae que son gusanos barrenadores (Ortega, 1997, trabajo inédito).

REINO:	ANIMAL
PHYLUM:	ARTHROPODOS
SUBPHYLUM::	EUARTHROPODOS
SUPERCLASE:	MANDIBULATA
CLASE:	INSECTA
SUBCLASE:	PTERIGOTA
ORDEN:	LEPIDOPTEROS
SUBORDEN:	FRENATAE
SUPERFAMILIA:	HESPERIOIDAE
GRUPO 1:	MICROLEPIDOPTEOS MICROPALOMILLAS
GRUPO 2:	ALAS POSTERIORES REDONDAS
FAMILIA:	COSSIDAE
GENERO:	<i>Hypopta</i>
ESPECIE:	<i>Agavis</i> (Blázquez)
NOMBRE CIENTIFICO:	<i>Hypopta agavis</i> (Blazquez)

Al Chinincuil se le conoce como gusano rojo, recoles, chilicuiles, chinicuiles o chinicuiles.

En algunas épocas tanto el gusano blanco como el gusano rojo de maguey (1920 - 1950), fueron considerados como plagas controlándose químicamente. Es últimamente cuando se comienza a extraerlo no sólo para autoconsumo, sino también para venta. La producción natural ha ido en descenso debido a la explotación irracional que ha reducido las poblaciones de estos insectos y como consecuencia su consumo se reduce a muy pocas personas ya que se venden a precios muy altos.

Estos insectos se localizan a altitudes que comprenden de los 1 800 a 2 700 msnm. pero su mayor abundancia es entre los 1 800 y 2 000 msnm., encontrándose en los estados de Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Michoacán, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Veracruz, Estado de México, Puebla, Hidalgo y Tlaxcala, siendo estos últimos los de mayor importancia.

La ovoposición del Chinincuil se realiza durante los meses de abril y mayo, las hembras depositan sus huevecillos en los troncos de los magueyes cubriendo las masas de los huevecillos con una sustancia muscilaginosa de color negro. Después de 12 o 15 días eclosionan los huevecillos y las larvas invaden las partes subterráneas de la planta alimentándose del tronco o piña del maguey. Pasan por 4 estadios larvales en un lapso de 4 a 6 meses, después de los cuales alcanzan su mayor desarrollo (agosto-septiembre) y pupan en el suelo. Unos días después emergen los adultos que tienen una vida muy corta y son de hábitos nocturnos.

La temporada de producción es durante el período de lluvias entre los meses de julio a septiembre.

Localización y extracción. Se desarrolla en la piña o en las raíces de los magueyes chicos o en los hijuelos de las plantas madres. Los magueyes que tienen la pencas amarillas o rojizas los contienen pero para obtenerlos solo se voltean. Anteriormente se replantaban los magueyes después de extraerles los gusanos, ahora generalmente se dejan tirados.

5.3 ALGUNOS ESTUDIOS SOBRE LOS INSECTOS DEL MAGUEY.

Entre los varios insectos que atacan al maguey pulquero encontramos al gusano blanco *Aegiale (Acentrocneme) herperiaris* Wlk; gusano rojo *Cossus redtenbeacheri* Hamm; picudo del maguey o botija *Scyphophorus acupunctatus* Gyll y el rinador de la penca *Batrachedra copia* Clarke.

Ruvalcaba (1983:62-74), al hablar de los múltiples usos que se le dan al maguey comenta que: "hasta sus plagas constituyen un delicioso manjar para los paladares más exigentes". Refiriéndose al aspecto monetario de la planta, considera que el aguamiel, el pulque, las pencas y el gusano del maguey son los que se destinan, en Epazoyucan, Hidalgo, al mercado para la obtención de efectivo.

En el empleo domestico del maguey es donde se obtiene la mayor cantidad de producto de la planta: los gusanos blancos. "Crecen en el interior de la penca a veces deliberadamente son vendidos o consumidos como un manjar". De las raíces se obtiene el gusano rojo que por septiembre "constituye un delicioso platillo".

Ruvalcaba reporta "los robos cíclicos al maguey": efectuados por individuos que viven robando al mixiote durante todo el año y en las primeras lluvias. Se dedican a cortar las pencas para extraerles el gusano blanco o meocuil, y durante los meses de agosto y septiembre cortan las plantas para obtener de las raíces el gusano rojo o Chinincuil.

Por otra parte Ramos (1989:25-49), incluye para México los gusanos de maguey: *Aegiale hesperiaris* (gusano blanco) y *Cossus redtenbeacheri*, gusano rojo, ambos lepidópteros, *Scyphophorus acupunctatus* (picudo del maguey), un coleóptero, y las familias de dípteros *Stratiomyidae* y *Syphidae* (gusanos planos de maguey).

**CONTENIDO Y CALIDAD DE PROTEINA DE LOS INSECTOS
COMESTIBLES ASOCIADOS AL MAGUEY**

Insectos comestibles asociados al maguey	% de proteína en base seca (100 g)	Calificación química calidad de proteínas
Gusano blanco (<i>Aegiale hesperiaris</i>)	30.00	51%
Gusano rojo (<i>Cossus redtenbachii</i>)	32.10	60%
Escamol (<i>Liometopum apiculatum</i>)	67.00	80%
Botija o chatita (<i>Scyphophorus acupunctatus</i>)	68.50	91%

(Granados 1983:199)

**CONTENIDO DE PROTEINAS DE LOS GUSANOS DEL MAGUEY
(g/100 g base seca).**

Tipo	%
<i>Cossus redtenbachii</i> (gusano rojo de maguey)	37.10-71
<i>Aegiale hesperiaris</i> (gusano blanco de maguey)	51.00-30.28
<i>Scyphophorus acupunctatus</i> (picudo de maguey)	55.56
Fam. <i>Stratiomyidae</i> y <i>Syrphidae</i> (gusanos planos del maguey)	53.7

(Granados 1983:200)

CONTENIDO DE AMINOACIDOS DE *Cossus redtenbachii*

Aminoácidos indispensables	<i>Cossus redtenbachii</i>	Patrón FAO (1975)
Lisina	4.9	4.2
Treonina	4.7	2.8
Valina	6.1	4.2
Metionina	0.8	2.2
Isoleucina	5.1	4.2
Leucina	7.9	4.8
Fenilalanina	4.0	2.8
Triptofano	0.6	2.4
Histidina	1.6	
Ac. Aspártico	10.7	
Serina	6.2	

Ac. Glutámico	16.5	
Serina	6.2	
Prolina	5.6	
Alanina	6.5	
Cisteína	1.3	
Tirosina	5.3	
Arginina	6.0	

(Ramos citada por Granados 1983: 200)

EFICIENCIAS DE CONVERSION

	Proteínas	Extracto etéreo	Fibra cruda	Extracto libre de nitrógeno
Magüey	8.3	3.6	16.17	60.80
Gusano blanco	30.88	57.15	3.45	2.69
Gusano rojo	58.3	30.16	5.61	2.64

(Ramos citada por Granados 1893: 201)

4.5.4 ESTADOS METAMORFICOS DEL INSECTO

Esta especie presenta los cuatro estados de crecimiento de metamorfosis completa.

HUEVO.

Tiene forma ovalada, reticulada, con figuras hexagonales, su forma es perfecta. Mide 1 mm de altura por 0.7 mm de ancho.

Presenta una coloración café obscura debido a un liquido negro muscilaginoso con el que la hembra cubre y pega los huevecillos al magüey

El color real del huevecillo es blanco mate. El cascarón es grueso y muy duro, solo se ablanda con agua. Se adhieren fuertemente unos con otros puesto que la palomilla los pone en grupos de 6 a 10 o hasta 15 huevecillos. El huevecillo eclosiona al cabo de 12 a 15 días, dependiendo del medio ambiente

LARVA

Esta es *Eruciforme cilindrica* y tiene aparato bucal masticador. Presenta tres pequeños pares de patas. Su cuerpo tiene 12 segmentos corporales de los cuales tres corresponden al tórax y los restantes al abdomen. Son de color rojo intenso característico de la familia Cossidae. Tienen consistencia blanda excepto la cabeza y la placa anal que son coriáceos.

La cabeza es de color negro y presenta dos hemisferios. Las mandíbulas son cortadoras. Presenta en todos los segmentos estigmas respiratorios.

El estado de larva presenta cuatro estados de crecimiento en un lapso de 4 a 6 meses. Este es el estado de crecimiento más importante ya que es precisamente en esta etapa de vida del insecto cuando se colecta y consume.

Los gusanos son colectados en los meses de agosto y septiembre; generalmente la gente arranca las plantas para poder extraer las larvas o en ocasiones espera que el mismo insecto abandone el maguey cuando caen lluvias torrenciales. Las larvas pupan en el suelo en los meses de septiembre a marzo.

Los Chinincuales barrenan la piña del maguey joven. Ante este ataque el maguey responde petrificando el tronco para evitar que penetre hasta el centro. De esta manera los gusanos no pueden entrar más. Las personas del medio rural dicen que los Chinincuales benefician al maguey puesto que les ayuda a fortalecerse.

PUPA

La larva forma el capullo bajo la superficie del suelo. El cocun es una estructura de seda semipermeable a la cual se le adhieren fuertemente partículas de suelo. Una vez dentro, encierra herméticamente e inicia el proceso de la metamorfosis. Al iniciar este proceso la larva pierde peso y tamaño doblándose sobre su abdomen en el cuarto segmento.

La pupa se forma aproximadamente de los 30 a 45 días después de formado el cocun. Las pupas son de color amarillo y ocasionalmente de color gris violeta. Por la región dorsal de la pupa se observan ocho segmentos. El estado de la pupa dura de 5 a 6 meses en función de clima imperante.

ADULTO

El adulto de la especie *Hypopta agavis* es una palomilla de hábitos nocturnos de 1.5 cm de largo por 0.7 cm de ancho con las alas plegadas.

Su color es gris a café claro con franjas de color cremoso que bordean las alas, presenta también banda color crema a lo largo de las alas con franjas negras bajo las bandas cremosas.

La cabeza presenta una banda de color negro cerca de los ojos y un manchón del mismo color al iniciar el tórax a la altura del abdomen. Los ojos son compuestos y tienen un color negro.

Hypopta agavis no presenta próvoside por lo que no se alimenta durante su vida adulta al igual que otras muchas especies de palomillas.

La característica principal para diferenciar machos de hembras en *Hypopta agavis* es que, las antenas en los machos son bipectinadas o pluniformes, y en las hembras son filiformes.

El adulto tiene el cuerpo cubierto de vellosidad que esta armada por pequeñas estructuras llamadas escamas.

Vistos al microscopio las escamas son de color negro alternándose con blancas. Donde se encuentra mayor vellosidad es en la cabeza.

Las características de la hembra son:

Mayor tamaño con respecto a los machos debido al ovopositor. La vida de adulto de la hembra es de 5 a 7 días. Ligeramente mayor que los machos que viven de 4 a 5 días.

En la hembra la unión de las alas superiores forman un pequeño pliegue plumoso en la parte dorsal de la palomilla.

El ovopositor es puntiagudo ligeramente redondeado. En cautiverio se ha observado que las hembras presentan un rango de 90 a 120 huevecillos en el abdomen, las hembras llegan a medir hasta 2 centímetros de largo.

De acuerdo a pruebas efectuadas para observar la forma como la palomilla ovoposita, el lugar de postura y la fase de excitación. La palomilla hembra prefiere lugares con oquedades en donde la humedad pueda ser mayor y los huevecillos pueden estar mejor protegidos. Estos son depositados preferentemente en lugares de textura suave y blanda. En condiciones de campo la palomilla ovoposita en la parte basal del maguey en pencas en proceso de deshidratación.

Las características del macho son:

Mide de 1 a 1.5 cm de largo por 0.5 cm de ancho tiene la misma apariencia física y el color que la hembra. Presenta ocho segmentos abdominales y en el último tiene una estructura postgenital que se abre en tres partes por donde emerge el pene.

Tiene las antenas bipectinadas. Las alas en ambos sexos son parecidas físicamente, las superiores miden 1.5 cm de largo y las anteriores de 1 cm. Las alas son muy importantes para la identificación taxonómica.

Las patas son grises con manchas blancas y son típicas de los Lepidópteros.

Al salir el adulto rompe el pupario por la parte que corresponde a la cabeza en la sutura transversal y después en la parte ventral.

Las palomillas nacen con las alas plegadas y poco a poco se van desplegando.

Conociendo la biología de esta especie se propone en esta tesis iniciar el cultivo del Chinincuil. El gusano rojo del maguey es un alimento muy apreciado en México, Europa y Norteamérica, tanto por su sabor como su valor alimenticio. El drástico descenso de la población del maguey como la planta hospedera, ha originado el descenso de la

población de este insecto, limitándose su consumo a muy pocas personas y vendiéndose a muy altos precios.

El gusano rojo del maguey es un insecto que en su estado larvario se desarrolla en la piña de las plantas de maguey jóvenes, lo que en caso de explotación permitiría establecer mayor número de plantas por unidad de superficie, lo que aumentaría el número de hospederos potenciales. Por otra parte al tratarse de plantas pequeñas éstas pueden fácilmente removerse para la extracción del insecto y volverlos a replantar para su posterior utilización. La información anterior esta basada en un trabajo realizado que en los puntos siguientes se describe como proyecto piloto.

4.5.5 PROYECTO PILOTO

Este proyecto partió de las siguientes hipótesis:

- a) A mayor conocimiento de insecto, mayores posibilidades de una cría intensiva del gusano.
- b) A mayor densidad de población de insectos por unidad de planta mayor producción de gusano por unidad de superficie.
- c) A mayor número de plantas infestadas, mayor producción de gusano por unidad de superficie.

VARIABLES INDEPENDIENTES	VARIABLES DEPENDIENTES
- Conocimiento del insecto	- Cría intensiva
- Densidad de población	- Producción
- Número de planta infestadas	- Producción

Los objetivos se dividen en:

OBJETIVOS GENERALES.

Los objetivos de la investigación fueron la determinación de las características biológicas de *Cossus redtembeacheri* como un estudio preliminar para efectuar su cría intensiva.

Basándose en la biología del insecto, se pretenden determinar los mecanismos para su proliferación e infestación controlada

OBJETIVOS PARTICULARES.

- Descripción de los diferentes estadios del gusano rojo del maguey (huevo, larva, pupa y adulto)
 - Determinación de hábitos en cada estado.
 - Establecimiento de los mecanismos para el control de su reproducción y difusión.
 - Determinación de la densidad de la población óptima por planta de maguey.
 - Conocimiento e identificación de parásitos y enfermedades asociados a *Cossus redtembeacheri* Hamm.

El presente trabajo se clasifica como experimental, prospectivo, longitudinal y comparativo. En lo que se refiere al aspecto experimental es debido al empleo de información viva, las variables son reducidas y manipulables experimentalmente, para ser medidas cuidadosamente con la finalidad de realizar un análisis cuantitativo - explicativo. Empleándose una población de 592 organismos para el estudio.

Es prospectivo debido a que la información se recabará de acuerdo a los objetivos de la investigación y después del presente trabajo.

Es longitudinal porque se dará seguimiento al estudio de acuerdo a la evolución que presenten las variables.

Es comparativo, debido a que existen variables a comparar, tanto por sus causas y efectos.

El presente trabajo, en los aspectos de campo, se realizó en los terrenos del Centro de Bachillerato Tecnológico. Dr. Efraín Hernández Xolocotzi de Hueyoptla, México, colectando organismos de la región al azar, teniendo 592 larvas para los experimentos "In Situ" y en laboratorio respectivamente.

Los trabajos de laboratorio se llevaron a cabo en el COLEGIO DE POSTGRADUADOS.

Por lo anterior y debido a los diferentes aspectos que se retoman en el trabajo, éste debe realizarse en equipo.

Se presentaron cuatro terrarios valiéndonos de peceras de vidrio divididas en tres secciones cada una para determinar, como primer paso, las mejores condiciones de pupación y a la vez determinar la relación o no con la profundidad de pupación para evitar en lo sucesivo se emplee poca o demasiada tierra, para lo cual se empleó un grosor de suelo de 30 cm.

En cada pecera en sus tres subdivisiones se manejaron tres variables a observar, el uso de terreno natural sin alterar su textura, los otros dos con tierra cernida con una malla de 0.5 cm. de diámetro y en la última subdivisión se esterilizó la tierra en autoclave a 18.5 lb. de presión durante 25 minutos.

Además, se tomaron muestras de tierra representativa de los terrenos de la institución, los cuales se caracterizan de ser tepetatosos, poco profundos, pobres en materia orgánica y de textura arenosa, con un pH ligeramente alcalino, ejemplo de suelo en donde el potencial de explotación del maguey es muy amplio, además del clima. Se tomó como testigo tierra de una zona magueyera dentro del municipio de Hueyepoxtla.

Cabe mencionar que en el establecimiento del terrario, se tiene en cuenta los siguientes factores: Los organismos se encuentran fuera de tiempo de pupación, debido a que fue realizado dos meses después de su curso normal. La prolongación de la etapa larvaria continua mientras éstos sigan alimentándose, el ambiente donde se encuentran los terrarios no corresponde al del medio natural, lo cual puede afectar el desarrollo de los cocunes, encontrándose dentro de las instalaciones del Centro de Bachillerato Tecnológico. y finalmente, las peceras conservan la humedad por mayor tiempo alterándose las condiciones naturales en las que se desarrolla el proceso.

Los organismos fueron separados por tamaños para detectar una posible diferencia en el porcentaje de pupas viables debido al desarrollo y/o peso, los tamaños fueron: mayores de 3.5 cm con un peso promedio de 0.672 gramos/organismo, de 3 a 3.5cm con un peso promedio de 0.375g/organismos y menores de 3cm con un peso promedio de 0.287g/organismo.

DISTRIBUCION DE LA POBLACION DE ORGANISMOS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TAMAÑO (cm)	TIERRA NATURAL	TIERRA CERNIDA	TIERRA CERNIDA Y ESTERILIZADA	SUBTOTAL DE POBLACION	SECCION
Mayor de 3.5 cm	46 TR1	47 TR2	46 TR3	139	I
Menor de 3.5 cm y	64 TM1	63 TM2	64 TM3	191	II
Mayor de 3cm	63 TR1	64 TR2	64 TR3	191	
Menor de 3 cm	23 TR1	24 TR2	24 TR3	71	III
Subtotales	196	198	198	592	

Nota: TR terreno representativo TM tierra de zona magueyera (testigo).

Los organismos fueron colocados en los terrarios, la tierra fue regada con agua de presa para que por un lado se simulara a las condiciones en las que las larvas emergen; suelo mojado que les permite desplazarse e introducirse al suelo para continuar su etapa metamórfica de pupa y para que el cloro del agua potable no fuera un factor en contra. El agua con la que se dio riego a la tierra esterilizada se desinfectó por ebullición.

Al momento del establecimiento de los terrarios se presentó mayor actividad en la sección TM3, registrándose un 80% de organismos que penetraron en el suelo durante los primeros 30 minutos.

La actividad de algunos organismos fue notoria y posiblemente se dio la movilización de algunos de ellos a otros terrarios, la actividad disminuyó conforme pasaban los días y terminó a los siete días del establecimiento. No se administró ningún tipo de alimento para poder forzar la pupación, pero nueve de ellos jamás se introdujeron en el suelo, muriendo posteriormente la mayor parte de ellos, logrando sobrevivir 40 días después dos de ellos (es notoria su falta de actividad corporal).

Posteriormente se pretendió determinar la profundidad de pupación, el porcentaje de pupas viables y su relación con los tratamientos, además el número de hembras y machos, pruebas de reproducción en cautiverio, de alimentación, estudios de los diferentes estadios; huevo, larva, pupa y adultos de machos y hembras. Pero sobre todo el manejo de los huevecillos.

Es importante también establecer el parasitismo que puedan tener estos insectos, sobre todo en el estado de huevecillo, pudiendo determinarse mediante las técnicas empleadas por Hoffman (1970), para determinar el parasitismo de los huevecillos de lepidópteros.

Por otro lado, se procederá a la colecta de los huevecillos de los troncos de los magueyes controlados o de los materiales de ovoposición que se empleen en los meses de abril y mayo, para criarlos ya sea artificial y/o naturalmente, para estudiar ampliamente su reproducción en cautiverio (para controlar este aspecto, se pueden aislar plantas de maguey con tul). Este aspecto es fundamental para pensar en una cría intensiva del insecto bajo condiciones naturales, ya que de él depende la producción de huevecillos necesarios para la infestación de plantas en campo.

A partir de los resultados, se realizarán estudios de la población, para determinar la producción óptima por planta de maguey, tomando en cuenta el porcentaje de huevecillos que realmente eclosionan, depredadores, y a la vez establecer mecanismos necesarios para su desarrollo y crecimiento.

Todos los datos se recopilaron en una PC. Los datos numéricos son capturados y procesados en Excel, los dibujos y esquemas en Corel Draw y el trabajo escrito en Microsoft Word.

- Los terrarios fueron etiquetados y cubiertos con tela de organza para poder tener control del experimento y evitar que al emerger el adulto, se escapara.
- Los terrarios inicialmente fueron colocados en un cuarto cerrado durante los dos primeros meses, posteriormente se ubicaron en un local abierto por uno de sus lados, consiguiéndose por parte del Colegio de Postgraduados algunos materiales y equipo indispensables para dar seguimiento al estudio como lo es el termohidrógrafo.
- Dentro de las primeras observaciones que se tuvieron, fue que el 80% de las larvas se introdujeron al suelo de los terrarios en los primeros 30 minutos, la actividad fue casi nula a los 5 días y solamente el 1.35% de los organismos permaneció en la superficie y aunque de forma aleatoria algunos organismos emergían, casi enseguida se volvían a introducir, cabe mencionar que el agua empleada para humedecer los terrarios se tomó del jagüey para evitar posibles efectos adversos por cloro y la tierra esterilizada se regó con agua esterilizada de la misma fuente.
- A los 102 días de que se indujo a las larvas para que puparan, se realizó una primera revisión general para determinar el porcentaje de formación de capullos, determinando algunas características como su tamaño.

TAMAÑO DE LOS CAPULLOS EN cm.

El tamaño del cocón o capullo formado (de 388 capullos medidos) oscila entre los 1.5 a 2.7 cm. siendo significativamente más frecuente el tamaño de 2 cm. (30.4%) y un caso fuera de serie de 3.3 cm. También existe una fuerte relación entre el tamaño de la larva y el tamaño de capullo formado.

El gusano rojo del maguey es un organismo que presenta metamorfosis completa (Huevo, larva, pupa y adulto). Durante la primera revisión se pudo apreciar que existían aún organismos en estado larvario y otros en etapas avanzadas de pupa.

0

En lo que se refiere a la profundidad de pupación se puede observar que (de un total de 179 organismos muestreados), el 91% pupan en los primeros 3 cm y sólo el 9% entre los 4 y 5 cm. Por lo que se podría recomendar utilizar estratos de 5 cm. de espesor.

Por otro lado también se determinó la profundidad de pupación y su relación con su posición (horizontal, vertical e inclinada). De un total de 386 capullos viables registrados, el 72.2% puparon en posición inclinada y vertical. El 22.8% lo hicieron en posición horizontal. La proporción de organismos aumenta con relación a la profundidad.

Las pupas se encuentran cubiertas por una seda semipermeable a la cual se le adhieren fuertemente partículas de suelo. Dentro del cocón se lleva a cabo la transformación de la larva en pupa. Al iniciar el proceso la larva pierde peso, doblándose sobre el cuarto segmento. Se desconocen los factores que inciden en ello.

Los adultos del gusano rojo del maguey son palomillas de hábitos nocturnos y sus dimensiones van de los 1.5 a 2.0 cm de longitud por 0.7 cm. de ancho en los machos, en las hembras su longitud es mayor y va de los 1.8 a 2.5 cm., aunque existen hembras que miden 1.6 cm. y machos de 2.3 cm de longitud.

El apareamiento presenta muchos problemas en confinamiento y sólo se observó uno de ellos. Para su inducción se retomaron algunas experiencias realizadas por el CIMMYT en el manejo de reproducción de lepidópteros, como lo es la utilización de jaulas de apareamiento: se elaboraron jaulas cilíndricas de malla galvanizada de 38 cm. de diámetro por 92 cm. de largo, en ellas se probaron distintas variantes como fue la simulación de un ambiente natural con plantas de maguey, restos de la flora, así como de suelo propio de las zonas magueyeras.

También se probaron jaulas de menores dimensiones (8 cm. de diámetro por 22 cm. de largo), con la finalidad de reducir espacio para un mayor contacto y con ello aumentar la probabilidad de un acoplamiento. Por otro lado, también se probó la proporción del número de hembras y machos, por ejemplo 2 machos y una hembra y viceversa, sin obtener resultados positivos en ninguna de las variantes.

El proceso de apareamiento inicia con la prolongación del ovipositor por parte de la hembra para excitar al macho.

Este comienza a vibrar sus antenas y a describir movimientos circulares, posiblemente de respuesta a la liberación de feromonas de parte de la hembra. Al acercarse el macho, esta contrae un poco su ovipositor. El macho se coloca a un costado de la hembra y prolonga su pene en dirección al ovipositor y así mismo la hembra dirige su ovipositor hasta encontrarse con el pene del macho, iniciándose así la copulación, 3 minutos después de iniciada la copulación el macho gira longitudinalmente con respecto a la hembra, permaneciendo acoplados durante 28 minutos, posteriormente el macho se separa y la hembra queda en su posición original.

Las hembras, desde que emergen, el total de sus huevecillos están completamente desarrollados. Estos se encuentran dispuestos en forma de rosarios divididos en dos secciones de cuatro hileras cada una, que confluyen al ovipositor. También presenta dos espermatecas alargadas de 1 cm. de longitud, que contiene una sustancia cementante con la que adhiere a los huevecillos entre sí mismos y con la superficie de la penca, su color es café oscuro, muy similar al de la penca basal seca donde usualmente oviposita. Al ovipositar, la hembra prolonga su ovipositor.

Se realizaron algunos ensayos para determinar el tipo de superficie sobre la cual, la hembra prefiere ovipositar y se encontró que además de las pencas secas de maguey, prefirió la servilleta de papel arrugada artificialmente.

Cada hilera presenta el mismo número de huevecillos, por lo que al parecer, el número total de huevecillos que contiene la hembra, dependiendo de su tamaño, va variando de ocho en ocho. Los huevecillos son ovipositados en grupos de 10 a 50 o más.

No. HUEVOS/HILERA	No. HUEVOS/HEMBRA
12	96
13	104
14	112
15	120
16	128
17	136

El mayor número de huevecillos registrados fue de 136. Las hileras se van vaciando de uno en uno de cada hilera. La mayoría de las hembras fecundadas o no fecundadas, tienden a ovipositar y poco después mueren. Las hembras que se encuentran en un medio hostil o heridas tienden a ovipositar, aún sin haber sido fecundadas e incluso al emerger. En cautiverio, no todos los huevecillos son ovipositados.

El huevecillo tiene una forma ovalada, reticulada, con figuras poligonales, midiendo poco más de 1 mm. de largo por 0.8 mm de ancho. El color real del huevecillo es blanco mate y al ser ovipositado toma una coloración café amarillenta al ser cubierta con el material cementante ya mencionado. Su cascarón es grueso y duro, ablandándose fácilmente con agua. Ninguno de los huevecillos que se intentaron incubar germinó.

Cabe mencionar que esta investigación se inicio hace tres años, falta mucho por hacer pero los resultados hasta hoy obtenidos son muy alentadores y a mediano y largo plazo se podrá cultivar este insecto, la aseveración anterior está basada en los trabajos que actualmente se están desarrollando en la fase de vivero donde ya se tienen los primeros huevecillos fértiles de este insecto. Dentro de los beneficios que esta opción implicaría las más viables serían las siguientes:

- a) Rescatar el cultivo de agaves con fines ecológicos y económicos.
- b) Buscar subproductos del maguey como puede ser el gusano rojo.
- c) Generación de recursos económicos y como consiguiente generación de empleo en este Municipio (no se puede cuantificar al estar actualmente en experimentación, lo que si podemos asegurar hasta este momento, es que de cada maguey se obtienen de 60 a 150 larvas, las cuales se comercializaron actualmente a \$ 10.00 la docena de estos organismos).
- d) Producción de proteína para alimentación humana.
- e) Aprovechamiento de terrenos no aptos para la producción agrícola.

Para cerrar este capítulo concluiremos que ésta investigación continua, con resultados alentadores y ésta encaminada a la cría intensiva de éste insecto, para rescatar al maguey y por otra parte presentar opciones de mejora económica para el productor.

CAPITULO V

METODOLOGIA PARA LA INSTRUMENTACION DE LAS OPCIONES DE MEJORAMIENTO

5.1 MECANISMOS NECESARIOS PARA INICIAR PROPUESTAS.

Para que este trabajo tenga éxito es de suma importancia la incorporación y participación de todos los sectores involucrados.

Lo primero que se debe hacer es organizar a la población rural para que su participación sea consiente y garantice el éxito de éste trabajo. Lo anterior solo se puede obtener cuando todos tengan como finalidad principal, perseguir objetivos ecológicos, sociales y económicos importantes para todos sus miembros.

5.1.2 ELEMENTOS ESENCIALES

- a) Promover la investigación para generar tecnología que contribuya a la solución de problemas del municipio.
- b) Crear un banco de información agropecuaria, dentro del municipio, confiable y actual para la planeación y toma de decisiones de manera continua.
- c) Diseñar microcursos de capacitación para productores.
- d) Programas permanentes de asesoría técnica para productores, tanto para el área de producción agropecuaria como para la organización de la participación popular.
- e) Involucrar al C.B.T. de Hueyoxtla quien será el encargado de realizar estudios de prefactibilidad de nuevas explotaciones, por medio de parcelas demostrativas.
- f) Formar una asociación de productores para abaratar costos y realizar la comercialización en condiciones favorables.
- g) Promover la formación de viveros y propagación del material vegetativo para el programa.
- h) Definición de propósitos y objetivos así como las metas a lograr en base al potencial encontrado en un tiempo determinado.
- i) Incrementar las campañas de planificación familiar para lograr un equilibrio familia – producción, mejorar la calidad y cantidad del servicio médico.
- j) Campañas permanentes de educación para adultos (Alfabetización, primaria, secundaria y nivel medio superior) para que faciliten los canales de comunicación entre técnico - productor.

- k) Presentar el programa y solicitar la participación de autoridades municipales, estatales y federales encargadas de atender este sector. Reconocer en el municipio la posibilidad de tener acceso a otros recursos e instrumentos.
- l) Seguimiento y evaluación de la participación popular en éste programa.
- m) Impulsar la formación de micro empresas para promover la industrialización, comercialización y distribución de bienes y servicios agropecuarios.
- n) Seguimiento y evaluación de todo el proceso, resultados e impactos de la estrategia en el municipio.
- ñ) Factibilidad de visualizar nuevos enfoques integrales y globales de la realidad municipal de estudio, a raíz de la búsqueda de nuevos elementos teóricos y empíricos.

Es importante reconocer y señalar las condiciones generales bajo las cuales parte la estrategia propuesta:

- a) Las políticas agrícolas del gobierno federal se basen sobre una modernización del campo.
- b) Que estas políticas contemplen la planeación y operación de programas y proyectos del sector primario, el respaldo de los niveles de gobierno estatal y municipal.
- c) Que exista en estas políticas prioridad para la producción agrícola bajo condiciones de temporal, minifundio, tecnología tradicional y recuperación ecológica.

Es decir, la estrategia estará determinada por los instrumentos de política agrícola general, política económica y financiera, política social y cultura, política científica y tecnológica en los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal.

5.1.2 FASES DE DISEÑO

En esta fase se establecen los actores y cambios a que se aspiran en este nivel y tipo de actividad, para alcanzar los objetivos establecidos.

- a) Los agricultores del municipio de Hueypoxtla.

Como sujetos y protagonistas principales del desarrollo agrícola municipal, se hace determinante su relación productor y representante de los mismos (líderes) a nivel grupal, organizaciones o ejidos, para transmitir los problemas que los aqueja y en la

defensa misma de los intereses de la comunidad. Esta organización tiene como base que el productor, en el mediano y largo plazo adquiera una responsabilidad directa en la toma de decisiones que le permitan conjuntar esfuerzos e intereses comunes en grupo, para la adquisición y consumo de otros productos obtenidos en otros sectores de la economía y otras funciones para alcanzar la satisfacción de sus demandas y necesidades.

La organización de los productores se espera sea estimulada por los técnicos del área de asuntos agropecuarios y atención a campo del municipio de Hueyoxtla. Ya que, el mejoramiento de la comunidad estará generándose con la participación del propio grupo poblacional.

b) El área de asuntos agropecuarios y atención al campo y el municipio de Hueyoxtla.

Es importante señalar que la estrategia propuesta en esta tesis, deberá estar inmersa en un programa de desarrollo agrícola local, esto quiere decir que deberá estar implícito en el programa de desarrollo municipal a fin de aprovechar la canalización de recursos federales, estatales y municipales.

En estas condiciones el área de asuntos agropecuarios y atención al campo del municipio tendrá la responsabilidad dentro del programa de apoyar las actividades de investigación agropecuaria, evaluación de proyectos, asistencia técnica (asesoría, transferencia de tecnología), capacitación. Mantenimiento y promoción de infraestructura agropecuaria (conservación de suelo, agua, bordos) y campañas de sanidad. Además deberá promover y gestionar créditos agrícolas.

Para el desempeño de estas actividades el área deberá estar conformada por parte de los extensionistas, un miembro del ayuntamiento municipal (regidor encargado del campo) y por los representantes o líderes de las organizaciones campesinas.

c) Las instituciones del sector agropecuario públicos y privadas

Las instituciones desempeñarán las funciones que están determinadas en la política agrícola a nivel nacional y estatal, principalmente en lo que concierne a los créditos, seguros insumos agronómicos y mercados tanto en fuentes oficiales como particulares.

5.1.3 FASE DE OPERACIÓN

Para la operación de la estrategia se necesita como condición los siguientes prerequisites:

a) El apoyo político del Gobierno del Estado a través del Congreso, para que el municipio de Hueyoxtla pueda ejercer y ampliar sus ámbitos de competencia en materia de servicios para promover el desarrollo agrícola municipal y fortalecerlo.

- b) El reconocimiento de esta acción municipal para el desarrollo agrícola por parte de instituciones federales y estatales del sector agropecuario.
- c) La integración de un comité de desarrollo agropecuario municipal con representación de los actores principales ya señalados a nivel local, para la aprobación, planeación, implementación, operación y evaluación de la estrategia, así como para el replanteamiento en el diseño de la misma.

En base a estas condiciones, se describen las etapas y actividades que deberán operarse en estrategia.

ETAPA I

- a) La información requerida para el marco referencial será confirmada y modificada por la aportación conjunta con los productores vía entrevistas directas, reuniones, etc.
- b) Las autoridades municipales a través de su área de asuntos agropecuarios y atención al campo será la encargada de establecer los mecanismos de financiamiento a las opciones de mejoramiento del presente trabajo.
- c) Dadas las condiciones del municipio las recomendaciones son las siguientes:
 - Construcción de pequeñas represas.
 - Explotación intensiva del nopal verdura.
 - Aprovechamiento de agave salmiana.
 - Iniciar el cultivo de chinicuil.
- d) El personal técnico del área de asuntos agropecuarios y de atención al campo en coordinación con instituciones estatales, deberán continuar desarrollando tecnología en los aspectos de producción y productividad. Así mismo deberán realizar estudios de mercado en insumos y productos agrícolas para señalar el proceso óptimo de comercialización de la producción agrícola municipal. Estos estudios a mediano y largo plazo contribuirán para fortalecer las microempresas.
- e) Establecer reuniones periódicas con productores y organizaciones regionales para dar énfasis a la capacitación y asesoría técnica, en el cultivo del nopal, maguey y en otros cultivos alternativos.

- f) La coordinación operativa estará a cargo del regidor del municipio, en común acuerdo con productores y técnicos. Quienes serán los encargados de la canalización de recursos.

ETAPA II

De acuerdo a los resultados de la evaluación inicial y de las evaluaciones anuales, se podrá considerar dos cosas:

- a) Continuar con el programa durante la siguiente administración municipal, previa retroalimentación en su operación y confrontación de las metas alcanzadas. Para el establecimiento de criterios, parámetros o metas a evaluar será necesario la participación de todos los actores involucrados (productores, técnicos, autoridades municipales responsables del área agropecuaria, etc.)
- b) De no haberse logrado las metas, detectar el problema y su origen para replantear las opciones de mejoramiento.

5.1.4 FASE DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

El propósito central de la investigación evaluativa debe estar dirigida a examinar el grado en que se logran los resultados y si ese logro se debe al programa o a otros factores que operan en el entorno social del mismo. Este proceso de evaluación es indispensable para la planificación del desarrollo agrícola municipal y especialmente en la estrategia operada.

La responsabilidad del seguimiento y evaluación de la estrategia estará en manos del personal técnico. Los periodos de evaluación serán:

Una inicial que sirva de marco de referencia del programa, una anual y una final al término de la actual administración municipal.

Las evaluaciones deberán ser globales e integrales, esto permitirá verificar los logros del programa en términos de eficiencia y eficacia de su organización, para llevarlo a cabo. Deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- a) El medio institucional y organizacional en el que se desarrollen las opciones de mejoramiento en especial las oportunidades y restricciones para el éxito o fracaso.
- b) Los procesos y actividades sociales, burocráticas y técnicas que tengan lugar en el transcurso de su implementación.

- c) El ambiente social y físico en los cuales operan cada uno de los actores principales, especialmente los productores.
- d) Intereses, valores, comportamientos, estrategias de cada uno de los actores sociales involucrados.
- e) Estimaciones de los rendimientos para cada una de las opciones.

CONCLUSIONES

El campo mexicano vive su crisis más fuerte desde la revolución mexicana. Con el T.L.C. se esperan días aun más difíciles. Con Alianza para el Campo, el actual gobierno espera preparar al agro nacional para enfrentar la competencia internacional, por su parte PROCAMPO libera sólo un aspecto, *el de los precios, falta instrumentar programas regionales que cubran: investigación, extensión, crédito, control de plagas y enfermedades, servicio de promoción y comercialización, fomento a las exportaciones, etc.*

Las políticas instrumentadas en el agro nacional por administraciones anteriores han sido orientadas a la supervivencia del campesino, son temporales y parciales, no atacan el fondo del problema (la improductividad). Todos los recursos deben ser *orientados* a iniciar el desarrollo de las zonas semiáridas mediante la productividad, para que el sector primario logre generar riqueza y terminar con la pobreza extrema en el agro.

Este programa esta diseñado para realizarse en Hueyoxtla, zona semiárida tomando en cuenta las condiciones de: suelo, clima, humedad, altitud, temperatura, precipitación, flora, ganado predominante, manejo zootécnico, calendario sanitario, alimentación, material genético existente, tamaño del rebaño, educación, tamaño de las familias; estas son algunas variables tomadas en cuenta para el presente programa, que pretende ser integral, productivo e impulsar el desarrollo en el municipio.

Para llevar a cabo este programa será determinante la participación de la máxima casa de estudios de este municipio, el Centro de Bachillerato Tecnológico de Hueyoxtla, a través del cual se realizarán las acciones ya planteadas en el capítulo V. La tarea mas difícil y a la vez mas importante será la de lograr la participación de los productores, los cuales deberán de estar conscientes de que sin su apoyo este trabajo no tendrá ninguna razón de ser.

Así mismo el financiamiento estará a cargo del municipio, del Gobierno Estatal y de la Federación por medio del programa de desarrollo municipal

RECOMENDACIONES.

A) REPRESAS

Como resultados del trabajo se ha determinado que el área de la cuenca es de 8-00-00 has. de las cuales aproximadamente el 50% es terreno cultivado y el restante no cultivado, tomando en cuenta lo anterior y la precipitación de la zona se obtuvo un coeficiente de *escurrimiento* del 18%, lo que nos da un volumen medio anual de escurrimiento de 7,200 m³ que se tomo como punto de partida para el proyecto en general. Se calculó un volumen total de almacenamiento de 3,125 m³, un volumen útil de 2,824 m³ (2,500 m³ se emplearán para medio riego de 0-50-00 Has), un volumen muerto de 162 m³. Para la construcción de la cortina se determino una altura máxima de 4.30 m. con un nivel aguas máximas de

embalse (NAME) de 3.5 m, una altura libre de bordo de 0.25 m. y una carga sobre la cresta del vertedor de demasías de 0.55 m.

El factor determinante para que una región sea árida o semiárida es la escasa precipitación por lo que se buscan alternativas para la optimización del agua de lluvia, por lo que se propone:

Que es factible el uso de las cárcavas como base estructural de la construcción de pequeñas represas como instrumento de captación de agua de lluvia, control de erosión, avenidas, recuperación de suelo y un mejoramiento integral del medio ambiente.

B) NOPAL VERDURA

En este municipio, el cultivo de cactáceas como el nopal en invierno, puede sustituir a los cultivos tradicionales, con rendimientos superiores a estos.

- El monto de inversión se amortiza al segundo año, el cual no ocurre con el sistema abierto.
- Permite obtener cosechas fuera de las épocas normales de producción.
- Permite obtener cosechas precoces de mayor calidad y en poco tiempo
- Aumenta considerablemente el rendimiento de las cosechas. Permite un aprovechamiento de los abonos y mantiene el suelo en tempero.
- Favorece en gran medida al crecimiento y desarrollo en períodos en que las condiciones climáticas lo impiden.
- La producción promedio en estos túneles ha sido hasta de 27 kg./m² haciendo un corte cada 15 días al tamaño comercial requerido. La plantación más eficiente es una forma super intensiva con pencas de un semestre de edad y con una densidad de plantación de 55 plantas/ m²

C) MAGUEY (*Agave salmiana*)

Es importante promover la propagación del agave salmiana por las siguientes razones:

- Es una planta nativa y por lo tanto está adaptado a las condiciones ecológicas de una zona semiárida, como lo es en el municipio de Hueypoxtla.
- Nos es útil para detener el gran problema de la erosión.
- Se puede utilizar como complemento alimenticio para ganado ovino y caprino.
- A mediano y largo plazo será indispensable para cultivar el gusano rojo de maguey.

Para detener la erosión del suelo y recuperarla, se puede utilizar el maguey y el nopal, contribuyendo de esta forma al equilibrio ecológico.

D) CHINICUIL

Este trabajo es una primera aproximación sobre el estudio de esta especie, así mismo la investigación es pionera con relación a este insecto.

Con este trabajo se pretende dar soluciones reales a algunos de los problemas del campo en las regiones semiáridas. En cuanto a la descripción de los diferentes estadios biológicos de esta especie, se lograron avances importantes puesto que se han desarrollado elementos básicos para identificar, describir y comprender el ciclo del gusano rojo del maguey (*Cossus redtenbacheri hamm*)

El conocimiento de cada estadio permite sentar las bases para su cría intensiva, ya que se han determinado los factores que inciden en su pupación y emergencia del adulto así como nos posibilita planear el número de machos y hembras que se deseen emplear para futuros trabajos basándose en la talla de los organismos.

En cuanto a los mecanismos reproductivos de la especie se tuvo un gran avance si bien no se obtuvieron nuevos individuos. Para ello se plantea que, como éste insecto no se encuentra domesticado, debemos semejar las condiciones de su reproducción, lo más cercano posible a las condiciones de campo, en las que se desarrolla.

Lo anterior incluye que sea el mismo insecto, en un medio cerrado con tela mosquitero suficientemente amplio, manipulando la especie mínimamente, la que realice la infestación natural de las plantas de maguey.

Para la realización de este trabajo se tomó en cuenta una serie de consideraciones tanto de aspectos lógicos como conceptuales, la problemática implica enfrentarse a la realidad social compleja y simple a la vez. Es por ello que ésta propuesta no debe entenderse como un procedimiento rígido, sino como una sugerencia más de una reflexión sustentada por una experiencia laboral y académica, que nos conduzcan hacia una forma de promover el desarrollo rural municipal y más adelante regional.

Los antecedentes históricos del municipio mexicano nos permitió ubicar elementos de juicio, para fundamentar el porque de la participación municipal y las actividades agropecuarias.

Los enfoques de desarrollo rural dieron pauta a confirmar que la propuesta de desarrollo agrícola a nivel local puede llegar a tener un mayor impacto desde su diseño, operación y evaluación a este nivel. Con la participación masiva de la comunidad como un efectivo agente reorientador de las políticas sociales.

Capacitar al grupo para que comprenda los objetivos, finalidades y mecanismos de acción del programa municipal, así como sus propios objetivos de grupo. Reconocer abiertamente por parte de funcionarios públicos, el hecho de que las personas poseen la

capacidad de contribuir a su propio desarrollo e intentar lograr su participación en todo el proceso.

Para concluir no se pretende dar una propuesta formal y mecánica para el conocimiento y desarrollo rural del municipio de estudio, sino señalar algunas ideas que sirvan de base para la discusión viable con el fin de encontrar consenso del sector agropecuario regional y coadyuvar hacia una metodología que apoye al tan anhelado desarrollo rural

BIBLIOGRAFIA.

- ARELLANO B., F. 1946. *Diseño y Construcción de una Presa de Tierra*. Tesis. Chapingo. México.
- ARTEAGA T., E. 1985. *Normas y Criterios que Rigen el Proyecto de un Bordo de Almacenamiento*. Chapingo. México.
- ARTHUR, H., G. 1974. *Diseño de Presas Pequeñas: una publicación técnica de recursos hidráulicos. (Presas de tierra)*. Department of the Interior E.U. 5ª Edición. México.
- ARTHUR, H., G. 1974. *Diseño de Presas Pequeñas: una publicación técnica de recursos hidráulicos selección del tipo de presa.* Department of the Interior E.U. 5ª Edición. México.
- AZCANIO, G. 1984. *La Industria Ganadera*. Editorial Ecana. México. D.F. Noviembre.
- BAUTISTA, C., A. 1980. *Estabilidad de Taludes*. Chapingo. México.
- BASSOLS, B., A. 1989. *Recursos Naturales de México*. Editorial Nuestro tiempo. S.A. México. D.F. Septiembre.
- CALVA, T., J., L. 1993. *La Disputa por la Tierra*. Ed. Fontamara. México.
- CALVA, T., J., L. 1993. *La Reforma del Régimen Agrario (Reporte de Investigación 17)*. Ed. CIESTAAM. U. A. CH. Noviembre.
- CARMONA, F., (ET-AL). 1980. *El Milagro Mexicano* Colección: Latino América Ayer y Hoy Ed. Nuestro tiempo. México.
- CASTELLANOS, S., J., A., (ET-AL). 1996. *Modelos Para el Desarrollo Agropecuario en México (reporte de investigación 27)*. Ed. CIESTAAM. U. A. CH.
- CECEÑA, C, J, L., 1982 *La Planificación Económica Nacional en los Países Atrasados de Orientación Capitalista (el caso de México)*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- CEPAL 1988. *Desarrollo Agrícola y Participación Campesina*. Publicaciones de las Naciones Unidas. 2ª. Parte. Estrategias para el Desarrollo Campesino. Santiago de Chile

- CONAZA (Comisión Nacional de Zonas Áridas).1991. *Catálogo de Integración General de Localidades México*.
- CORONADO, P., R.1986. *Introducción a la Entomología*. Ed. LIMUSA. México.
- E.U.A., *Departamento de Agricultura*. 1972 *Ingeniería geológica*. Ed. Diana. México.
- E.U.A. 1987. *Departamento de Conservación de Suelos*. Manual de conservación de suelos. Ed. Limusa. México.
- FAO (Organización Mundial para la Alimentación). 1979. *Reforma Agraria y Desarrollo Rural Integrado: Marco conceptual e Implicaciones Jurídicas*. Por Víctor M. Jiménez Landínez. Roma
- FLORES, B., C., y AGUIRRE, R., J., R.1992. *El Nopal como Forraje*. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- GARCIA, A. 1985. *Modelos Operacionales de Reforma Agraria y Desarrollo Rural en América Latina* Ed. IICA. San José, Costa Rica.
- GARCIA, M., E.1993. *Apuntes de Climatología*. UNAM. México.
- GARCIA, Z., R. 1993. *Crisis y Modernización del Agro en México 1940-90*. Ed. U. A. CH.
- GOBIERNO del Estado de México. 1997. *Indicadores Básicos para la Planeación Regional*.
- GOMEZ, C, (ET-AL) 1995. *Impacto de la Evaluación en el Sector Agropecuario, Agudizamiento de la Crisis Agrícola (Reporte de investigación 26)*. Mayo.
- GOMEZ, C, (ET-AL) 1993. *Las Negociaciones del Sector Agropecuario de México en el TLC Reporte de Investigación 14* Ed. CUESTAAM. U. A. CH. Enero.
- GOMEZ, C, (ET-AL). 1993. *¿ Procampo o Anticampo? (Reporte de investigación 20)*. Ed. CUESTAAM. U. A. CH. Octubre.
- GONZALEZ, P., C. (ET-AL).1992. *El Sector Agropecuario Mexicano Frente al Tratado del Libre Comercio*. Ed. CUESTAAM. U. A. CH.
- GRANADOS, S. D. 1991. *Agave de México*. UACH. México.
- GRANADOS, S., D. 1983. *Los Agaves en México*. UACH, México.

- GUILLEN, A. 1983. *Planificación Económica a la Mexicana*. 6ª. Edición. Ed. Nuestro Tiempo. México
- HERNANDEZ L, J. 1981. *Captacion de Agua de Lluvia para Fines Agrícolas en Areas de Temporal*. Chapingo. México.
- HERNANDEZ, T., M. Y MEJIA, L., J. 1992. *Experiencias de la Planeación Municipal y Propuestas para su Mejoramiento*. Documento de Trabajo I, Administración Pública. Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C. México. p.p, 59.
- HOFFMAN, C. J. 1974. *Diseño de Presas Pequeñas: una publicación técnica de recursos hidráulicos. Vertedores de demasías*. Departament of the Interior E.U. 5ª. Edición. México.
- INEGI. 1987. *Síntesis, Geográfica, Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de México*.
- JOHNSON, A. F. 1974. *Diseño de Presas Pequeñas: una publicación técnica de recursos hidráulicos. planeación de proyectos*. Departament of the Interior E.U.5ª. Edición. México.
- LEZAMA, M., M. 1952. *Historia, Producción, Industrialización y Algunas Plagas de Agaves*. Tesis. UACH. México.
- LOPEZ, M. (ET-AL).1988. *Respuesta a la brotación del Nopal Verdura (Opuntia ficus - indica) Bajo Microtúnel, en Cuautitlán Izcalli*. Tesis. México.
- LUCAS, T., J. 1993. *Producción de Ovinos*. UNAM México.
- LUCAS, T., J. 1982. *Producción Ovina en México*. UNAM. México.
- MAO ZEDONG. 1981. *Cinco Tesis Filosóficas de Mao Zedong*. Ed. En lenguas extranjeras. 2ª. Impresión. Beijing China.
- MATA, G.,B. 1984 *Evolución de un Método de Transferencia de Tecnología Hacia Pequeños Productores (Informe Final)*. INIA. Departamento de Difusión Técnica. México
- MENENDEZ, I. 1983. *El Desarrollo Latinoamericano. Centro de Estudios del Desarrollo Rural del Tercer Mundo*. Documento Mimiografiado. México.
- MILLER, D.L. y CLARCK, R.A. 1974. *Diseño de Presas Pequeñas: una publicación técnica de recursos hidráulicos. estudio de avenidas*. Departament of the Interior E.U. 5ª. Edición, México.

- MORERA, G., C. 1982. *Contribución al Estudio de la Problemática del Maguey*. Ed. Impresos Roer, México.
- ORTEGA, A., C. 1997. *Trabajos Inéditos*. México.
- PALACIOS V., E. 1980. *Manual de Operación de Distritos de Riego*. Chapingo, México.
- PAZOS L. 1991. *Devaluación en México*. Ed. Diana
- PAZOS L. 1992. *La Disputa por el Ejido*. Ed. Diana
- PEREZ, R., M., A. 1981. *Aspectos no Patológicos que Afectan la Eficiencia Reproductiva en las Cabras* Tesis. Cuautitlán Izcalli. UNAM.
- PEREZ, S., P. 1980. *Principales Problemas Fitosanitarios del Agave Pulquero*. Tesis, UACH. México.
- PICHARDO, A., S. 1998. *Segundo Informe de Gobierno*. Hueyoxtla. México.
- PINEDA, M., G. 1983. *Control Químico de las Plagas y Enfermedades Comunes en Maguey Pulquero (Agave atrovirens Karw)*. Tesis. UACH. México.
- PRIMAVESI, A. 1984. *Manejo Ecológico del Suelo*. Ed. "El Ateneo". Argentina.
- RAMOS, E., J. y PINO, M., J. M. 1989 *Los Insectos Comestibles en el México Antiguo*. Ed. AGT.
- RIVERA, V., J., J. 1990. *El Uso del Maguey Agave en la Conservación del Suelo*. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas Centro de Edafología, Montecillo México.
- ROJO, J. y CONTRERAS. 1970. *Efecto de la Adición de Suplementos Proteico Energéticos Sobre el Aprovechamiento de la Penca del Maguey Agotado en la Alimentación de Borregos* U.N.A.M.
- RUIZ, V., A. 1912. *El Agua en la Agricultura*. Ed. RUIZ. México.
- RUVALCABA, M., J. 1983 *El Maguey Manso: Historia y Presente de Epazoyucan, Hgo*. UACH, México.
- SEGURA, C. J. 1901. *El Maguey*. Tesis, UACH.